

**Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería en Construcción
Programa de Licenciatura**

**LOGÍSTICA DEL SITIO DE CONSTRUCCIÓN Y
DISEÑO DE PROCESO CONSTRUCTIVO PARA NAVES
INDUSTRIALES**

**Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería
en Construcción**

**BRENES MENA JIMMY R.
MORALES MADRIZ GABRIELA
MUÑOZ MOLINA CRISTHIAN**

CARTAGO, AGOSTO DEL 2002

Abstract

The purpose of the following work is to present at the Civil Engineering Professionals, a simple and objective way to plan, manage and to execute of the industrial buildings, without this characteristic will be a limit to a plicate at other types of projects (Buildings, highway, bridges, etc).

The knowledge that is present in this document was obtaining for bibliographic investigation, directly experience in the construction field and whit the support of professionals that were working in the critique of our analysis .

The reader can find a practice guide in fast way, that help him to ubicare whit amplitude the main points for the correct management and execute of construction projects.

Resumen

El presente trabajo tiene como fin presentar a los profesionales de la Ingeniería Civil, en una forma clara y objetiva, el adecuado planeamiento, administración y ejecución de naves industriales, sin que esta característica sea limitante para poder aplicarse a cualquier tipo de obra (edificios, carreteras, puentes, etc).

La información que se presenta en este documento fue obtenida mediante la investigación bibliográfica, experiencias directamente en la construcción y con el apoyo de profesionales en el área que colaboraron para la obtención y análisis de la información aquí presentada.

El lector podrá encontrar una guía práctica y rápida que le servirá para visualizar con amplitud los puntos más importantes para la correcta administración y ejecución de proyectos.

Logística del sitio de construcción, y diseño de proceso constructivo para naves industriales

BRENES MENA JIMMY R.
MORALES MADRIZ GABRIELA.
MUÑOZ MOLINA CRISTIAN

AGOSTO, 2002

ESCUELA DE INGENIERIA EN CONSTRUCCION

Dedicatoria

A mis padres, hermanos, esposa e hija
quienes me brindaron su apoyo durante mi
formación profesional.

Jimmy

Primero que todo quiero agradecer a Dios, ya
que sin El no soy nada, a mis padres que me
dieron la oportunidad de educarme y a mis
compañeros, con los que compartí la batalla
para llegar hasta aquí.

Cristhian

Le doy gracias a Dios por darme la
capacidad de enfrentar el reto de estudiar y
salir adelante en él, a mis padres, hermanos y
amigos que supieron ayudarme con su apoyo
en los momentos más difíciles y alegres de
esta carrera.

Gabriela

CONTENIDO

PREFACIO.....	6
RESUMEN	7
EJECUTIVO.....	7
INTRODUCCIÓN	10
OBJETIVOS.....	12
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	13
ESTRATEGIA CONSTRUCTIVA	14
LOGÍSTICA DEL SITIO DE CONSTRUCCIÓN	21
ACTIVIDAD CRÍTICA.....	25
PROGRAMA DE TRABAJO	54
ADMINISTRACIÓN DE MATERIALES.....	56
CONTROL DE COSTOS	60
GESTIÓN DE CALIDAD.....	63
SEGURIDAD OCUPACIONAL.....	65
CONCLUSIONES	74
APÉNDICES	75
ANEXOS	80
REFERENCIAS	92

Prefacio

La importancia del desarrollo de este trabajo se basa principalmente en la unificación que debe existir entre el proceso constructivo y el diseño ingenieril de un proyecto.

El aporte que se le hace a la Escuela de Ingeniería en Construcción consiste en brindarle las herramientas indispensables para transmitir a los futuros profesionales el conocimiento básico con el cual su desempeño en el campo sea maximizado. Esto debería ser una de sus principales fortalezas, ya que la Escuela entrega al mercado laboral profesionales direccionados hacia la rama de la construcción y no especialistas en diseño de ingeniería.

Analizando el trabajo que a continuación se presenta es posible vislumbrar que el objetivo principal del mismo claramente es alcanzado, ya que este documento es realmente una guía que le permite al profesional en Ingeniería tener una noción global de cómo administrar y ejecutar correctamente un proyecto constructivo.

Finalmente, agradecemos a las empresas Abbott Laboratories Ltda., Gálvez y Volio Asoc. , al Ing. Hugo Navarro Serrano M.s.c y a todos aquellos que de una u otra forma colaboraron para la realización de este trabajo.

existente. Dicha expansión consta de un área de 11000m² de bodega la cual tiene, como aspectos principales, el detalle estructural; todo en estructura

Resumen Ejecutivo

El estudio realizado y su importancia se debe a la búsqueda de la unificación entre el proceso constructivo y el diseño ingenieril de un proyecto

Los objetivos que se persiguen son:

- Identificar problemas en la construcción de naves industriales.
- Definir LAS actividades más importantes en todas las etapas de un proyecto.
- Enfatizar la importancia de la seguridad ocupacional y calidad.
- Identificar limitaciones del sitio en todas las etapas de un proyecto.
- Definir el proceso constructivo para las actividades críticas tomando en cuenta recursos y condiciones del sitio.
- Establecer la secuencia cronológica de actividades que permitan optimizar el proceso.

Se realizó el análisis de una nave industrial propiedad de la empresa Abbott Laboratories de Costa Rica y construida por la empresa Gálvez y Volio Asoc.

El proyecto consiste en una ampliación de una nave industrial

metálica, losas de piso superplanos con aditivos endurecedores de piso, cerramientos de paredes en panel multytecho y panel de concreto prefabricado, techos del panel multytecho, sistemas eléctricos, mecánicos y de automatización y divisiones livianas modulares.

Estrategia constructiva

Consiste en incorporar personas con experiencia y conocimiento de construcción en las etapas de un proyecto, de modo que mejore la actitud constructiva de una obra, debido a que apunta hacia una ejecución más eficiente de los proyectos de construcción.

El concepto constructibilidad durante la etapa de planificación conceptual apunta a ser un programa integrado y coordinado con el fin de realizar todas las actividades y cumplir los objetivos del proyecto.

Esto incluye la organización, los procedimientos operativos, el cronograma, el presupuesto y la estrategia del proyecto.

Los programas de constructibilidad contribuyen a la efectiva ejecución

de un proyecto en los siguientes aspectos:

- Ayudan a establecer metas y objetivos del proyecto.
- Aportan una manera lógica y sistemática de integrar el diseño y la construcción.
- Proveen un mecanismo para obtener experiencias en construcción a medida que se necesita.
- Mejoran la comprensión del diseño por parte del personal de construcción.

Además, los siguientes asuntos son importantes consideraciones en la planificación conceptual al desarrollar programas de construcción:

- Secuencia de las principales actividades de construcción y subcontratos.
- El establecimiento de tiempos reales para las actividades de construcción.
- El impacto de las condiciones climáticas y sitio en las actividades de construcción.
- El tiempo de adelanto necesario para el envío de los principales ítemes de equipos bajo diferentes alternativas de adquisiciones.
- La asignación de tiempos suficientes para el proceso de contratación y subcontratación.

Mediante el análisis se determinan las siguientes actividades críticas:

- Montaje de estructura primaria (metálica en este caso).
- Cerramientos perimetrales y superiores.

- Losa de piso de concreto.
- Instalaciones electromecánicas.

En este caso, el montaje de la estructura primaria es crítico ya que de otra forma no se puede proceder a ejecutar los trabajos siguientes.

Los cerramientos perimetrales son importantes ya que cierran el edificio y acondicionan para proteger materiales, por ejemplo, el concreto fresco y facilitan trabajos que no se pueden realizar a la intemperie.

La losa de piso es importante ya que depende de su ejecución los trabajos de tipo arquitectónico y obras livianas, además, en este caso, de instalación de equipo mecánico y eléctrico que necesitan una superficie de uso permanente y adecuadamente lisa para proceder a la instalación de tubería y otros dispositivos con los que se da por concluido el proyecto.

Logística de sitio

La logística asegura la planificación adecuada de los aspectos relacionados con las condiciones de infraestructura provisional y de flujos de personal, materiales y equipo de proyecto de modo que se den más eficientemente, en línea con la estrategia constructiva definida.

Las consideraciones mínimas a considerar para que se coordine adecuadamente el sitio son:

- Distribución de accesos y sentidos de circulación durante la construcción
- Distribución de instalaciones provisionales y cerramientos.
- Planos electromecánicos y altura de líneas eléctricas.
- Ubicación de elementos de apoyo como las grúas torre o plumas.

- Control de escorrentía de las aguas pluviales y control de erosión.
- Lugares de acopio de basura.
- Lugares de acopio de materiales.
- Lugares de producción de cemento, talleres y sistema de bombeo.
- Instalaciones provisionales para el personal.
- Disponibilidad de servicios.

Con la adecuada definición de los procedimientos a realizar en las instalaciones de sitio se aplica la guía para la ejecución y revisión de las actividades críticas del proceso. Esta debe ser una guía práctica, paso a paso que conduzca al profesional a establecer procedimientos normados para obras específicas, pero que dan expectativas a procedimientos similares en distintos tipos de proyectos

Introducción

Desde que el hombre se hizo sedentario, la prefabricación ha sido un método para construir. Sabemos que los sumerios, en la Mesopotamia, 4000 años antes de Cristo, fabricaban ladrillos para levantar las paredes de las casas. Este elemento fue uno de los primeros prefabricados que realizó el hombre. Los egipcios cortaron en las canteras los grandes bloques para realizar las pirámides y otros monumentos, y así procedieron otras grandes civilizaciones a lo largo de la historia.

Un ejemplo en América lo tenemos con los Incas en la ciudad de Tiahuanaco y en la fortaleza de Sacsahuaman, en donde se colocaron bloques de piedra hasta alturas de seis metros y de cien toneladas. Estructuras prefabricadas dignas de mención son el domo sobre la tumba de Teodorico, en Ravena. Este domo fue labrado en piedra en Istria y transportado hasta el sitio donde se exhibe hoy.

Las estructuras prefabricadas presentan dos debilidades, que a través del tiempo, fueron superadas, fortaleciendo el sistema y haciéndolo progresar en su desarrollo:

- Ausencia de materiales adecuados con el cual hacer piezas grandes que resistieran el flexionamiento durante el transporte, erección y colocación.
- Falta de máquinas adecuadas para el izado de piezas de gran peso y grandes dimensiones.

La primera de ellas fue superada con la invención del concreto armado y luego el pretensado. La otra se superó durante la segunda mitad del siglo pasado con la fabricación de la grúa, con gran capacidad de levantar de cargas, y de alcance de distancias mayores.

El prefabricado es un sistema que día a día atrae a más constructores, principalmente por las grandes ventajas de hacer en el sitio todas las labores de la etapa de obra gris (erección de estructura primaria, columnas, vigas, entresijos, etc.), que equivale a un ahorro considerable de tiempo y dinero, permitiendo la instalación detallada, controlando mejor la armoniosa calidad de fabricación de los materiales complementarios (techos, cielos, ventanearía, pisos y demás), lo que da como la entrega puntual y sin contratiempos de los proyectos.

El amplio uso de estos diferentes sistemas de construcción incluyen edificios, naves industriales, bodegas, puentes, complejos deportivos, tendidos eléctricos, tapias, muros de retención, centros educativos, fincas bananeras y casas de habitación.

A la hora de construir con un sistema con materiales prefabricados es indispensable contar con un buen diseño, para que todas las piezas calcen a la perfección. Una de las desventajas es que para su uso se requiere equipo pesado y especial, lo cual implica una alta inversión por parte de las compañías constructoras, o altos costos de alquiler de equipo especial.

Otra de las ventajas del prefabricado son las entregas del producto en el momento deseado por el constructor, y algo muy importante, que se logra mejorar más la calidad, debido a que existe un gran control en la planta en donde se fabrican los mismos.

También la demanda de las estructuras prefabricadas de acero, también la demanda de acero es más rentable, sobre todo en grandes obras, debido a la rapidez con la que se construye y porque no es tan rígido como el concreto, en caso de movimientos sísmicos.

Estructuras prefabricadas de acero

Estas estructuras son ideales para zonas industriales, gimnasios, oficinas, bodegas y más, las estructuras prefabricadas de acero son una nueva opción para construir.

Este método consiste en construir estructuras de acero con el uso de sistemas estandarizados y automatizados, en que los diseños, fabricación y erección de las **estructuras** a un proceso y detalle definidos para un procedimiento.

Es indudable que este es un método práctico, rápido, de alta calidad y sencillo, en el que no sobra ni falta nada y en el que el acople es completo. Es como armar un rompecabezas en las que todas las piezas encajan a la perfección, para dar como resultado una obra completa.

Así mismo, por usar acero grado 50, mínimo, el peso de los elementos se hace por encima del 25% más liviano que las estructuras convencionales. Esto permite que se dé una sensible reducción de los recursos necesarios para la erección del edificio, incluyendo el tiempo (una cuadrilla de cuatro personas y un

montacargas de 3 toneladas puede instalar la estructura para un edificio de dos mil metros en siete días hábiles, en jornadas ordinarias), mejora la inspección y no depende de las condiciones climáticas durante gran parte de la obra.

Las nuevas técnicas que a diario se incorporan en el campo de la ingeniería se deben aplicar casi de inmediato, para no quedar relegados en el dinámico sector empresarial de la construcción.

Es muy interesante comparar la forma como se enfrentaba en el pasado un proyecto y la construcción de edificios, que contrasta con la dinámica impuesta en los últimos tiempos, para lograr el máximo de eficiencia y mínimo de duración y costos.

A la variedad de obras se le suman ahora las novedades en la gestión de ellas y en la planificación de los proyectos, que agilizan el tiempo de construcción y aseguran presupuestos confiables. Es lo que en ingles se llama valué engineer y que se entiende como ingeniería de costos.

Objetivos

Objetivo general

- Identificar las variables que afectan el desempeño de la ejecución y administración de un proyecto constructivo de naves industriales, generando una guía que contenga las directrices mínimas necesarias a considerar, de forma tal, que genere las soluciones más eficientes y eficaces para el desarrollo del proyecto.

Objetivos específicos

- Identificar los problemas de mayor impacto en la construcción de naves industriales.

- Establecer, oportunamente, las actividades más importantes en el planeamiento general para el inicio, desarrollo y construcción de una nave industrial.
- Definir las condiciones mínimas que se deben cumplir en materia de seguridad ocupacional y aseguramiento de la calidad para proyectos constructivos.
- Identificar, a tiempo, posibles limitaciones del sitio de construcción de manera que se puedan tomar las acciones necesarias para minimizar su impacto.
- Focalizar el adecuado proceso constructivo para las actividades consideradas críticas en la obra, tomando en cuenta los recursos disponibles y las condiciones del sitio.
- Establecer la secuencia cronológica de actividades que permitan optimizar el proceso y aprovechar de la mejor manera los recursos, minimizando los tiempos y movimientos.

Descripción del proyecto

Propietario	Abbott Laboratories de Costa Rica.
Ubicación	La Aurora de Heredia, Zona Franca Parque Global.
Empresa Constructora	Gálvez y Volio Asoc. S. A.
Tipo de Proyecto	Nave Industrial
Area	11,000 m2
Modalidad	Fast Track

piso, con especificación de +/- 3 mm de desnivel, cerramientos de paredes en panel multytecho y panel de concreto prefabricado, techos del mismo panel multytecho, sistemas eléctricos, mecánicos y de automatización y divisiones livianas modulares.

El tipo de proyecto involucra un sistema constructivo muy complejo que incluye a todas las disciplinas (Civil, Arquitectónica, Eléctrica y Mecánica), por lo que es necesario la utilización de equipos especiales para poder llevar a cabo los trabajos, lo cual implica una gran planificación de los mismos, suministrar las facilidades tanto eléctricas como mecánicas para que dichos equipos puedan funcionar, contar a tiempo con los materiales, principalmente los de importación, el personal adecuado en cantidad y calidad, todo esto administrado dentro de una obra tipo Fast Track, donde la calidad, los tiempos de entrega, la seguridad ocupacional y el costo del proyecto son la piedra angular del mismo.

Descripción de la obra

Abbott Laboratories es una Compañía Transnacional dedicada a la fabricación de productos hospitalarios la cual está radicada en el país desde 1999.

El proyecto consiste en una ampliación de la nave industrial existente. Dicha expansión consta de un área de 11,000.00 m2 de bodega, la cual tiene como aspectos principales el detalle estructural, todo en estructura metálica, losas de pisos superplanos con aditivos endurecedores de

Estrategia constructiva

Constructibilidad

La constructibilidad (en inglés “constructability”) consiste básicamente en incorporar personas con experiencia y conocimiento de construcción en las etapas de un proyecto, de modo que mejore la actitud constructiva de una obra, debido a que la constructibilidad apunta hacia una ejecución más eficiente de los proyectos de construcción.

Concepto de constructibilidad durante la etapa de planificación conceptual:

Este concepto establece si la constructibilidad es adoptada en un proyecto y si se tiene como objetivo aprovechar sus beneficios, entonces los planes para lograrla deben ser parte de los planes de ejecución del proyecto.

El plan de ejecución, preparado en las etapas iniciales de un proyecto, es un programa integrado y coordinado, destinado a completar todas las actividades y cumplir los objetivos del proyecto. Incluye la organización, los procedimientos operativos, el programa, el presupuesto y la estrategia del proyecto. En ausencia de un plan de ejecución, generado por el dueño, de tiempos de entrega importantes para su proyecto, los diseñadores y constructores hacen sus propios planes de ejecución, tomando en cuenta principalmente sus beneficios particulares y ajustándolos a su propia forma de trabajo.

Los programas de constructibilidad contribuyen a la efectiva ejecución de un proyecto en los siguientes aspectos:

- Ayudando a establecer las metas y objetivos del proyecto. Las metas de ingeniería y construcción deben ser consistentes con

todas las metas del proyecto, evitando así el peligro de la sub-optimización.

- Aportando una manera lógica y sistemática de integrar diseño y construcción. El problema consiste en combinar gente (diseñadores y constructores), con culturas, metas y potenciales diferentes, para que trabajen en conjunto de manera efectiva. Un programa de constructibilidad puede proveer los mecanismos para integrar eficientemente diseño y construcción.
- Proveyendo un mecanismo para obtener experiencias en construcción a medida que se necesita. Los problemas o alternativas que involucran métodos o técnicas, materiales, equipos, etc., pueden ser resultados antes de que el diseño sea finalizado, como una manera de reducir los costos en terreno sin impactar los costos de diseño.
- Mejorando la comprensión del diseño por parte del personal de construcción. De esta forma se mejora la comunicación y el respeto mutuo, y se previenen cambios en sitios que aparentemente son pequeños, pero que pueden provocar un problema de diseño y construcción importantes.

Un gran número de factores pueden afectar el costo y plazo de la construcción, los que pueden ser omitidos involuntariamente durante la etapa de planificación conceptual. Algunos de ellos son:

- Disponibilidad de materiales.
- Disponibilidad de servicios.
- Disponibilidad de mano de obra.
- Costo de la mano de obra.
- Capacidad de planta, etc.

Por otro lado existen la posibilidad de considerarlos adecuadamente es alta, si las personas que entienden la relación entre estos factores y sus efectos en la construcción, participación en el proceso de planificación.

Algunas aplicaciones de este concepto son:

- Selección de los principales métodos de construcción.
- Considerar las condiciones de sitio.
- Análisis de la factibilidad del programa.
- Estimaciones de rendimiento en sitio.
- Preparación de estimaciones y presupuestos.
- Desarrollo de la estrategia de contratación.
- Determinación de fuentes de recursos (materiales, equipos, etc.)

Considerar la etapa de construcción tempranamente en el desarrollo de toda la programación del proyecto, tiene potencial intercambiar trabajos de sitio, que se deben realizar a un alto costo, por actividades de planificación, diseño, adquisiciones, de menor costo. El resultado es la efectividad económica global de los programas de proyecto.

- Los siguientes ítemes son importantes consideraciones en la planificación conceptual, al desarrollar los programas de construcción:
 - La secuencia de las principales actividades de construcción y subcontratos.
 - El establecimiento de tiempos reales para las actividades de construcción. Con base en rendimientos para situaciones similares.
 - El impacto de las condiciones climáticas y las condiciones de sitio en las actividades de la construcción.
 - El tiempo de adelanto necesario para el envío de los principales ítemes de equipos, bajo diferentes alternativas de adquisiciones.
 - La asignación de tiempos suficiente para el proceso de contratación y subcontratación.

Es posible lograr métodos constructivos eficientes si estos son considerados como conductores del diseño, es decir, si son parte importante en el desarrollo de un diseño orientado a facilitar la construcción, haciéndola más eficiente y económica. Un proceso interactivo de planificación y la medición de la efectividad de los principales métodos de construcción, como alternativas para la satisfacción de los requerimientos del proyecto, son claves de la constructibilidad.

Las principales aplicaciones del análisis de los métodos, como datos importantes del diseño para el caso de naves industriales, son las siguientes:

- La utilización del concepto de modularización / prefabricación para la construcción.
- Sistemas de excavación en diferentes condiciones.
- Sistemas de fundaciones y su impacto en las operaciones de construcción.
- Uso de pre-ensamblaje o pre-armado como una solución constructiva.

La distribución de las instalaciones en sitio debe promover una construcción eficiente. Este concepto propone el principio de que la eficiencia de la construcción es un criterio importante en la organización, tanto de las instalaciones permanentes como de las temporales.

Una eficiente instalación en sitio puede facilitar las actividades de construcción, reducir las pérdidas de productividad y reducir los costos en muchas formas, como por ejemplo:

- Proveer un espacio adecuado para almacenamiento y talleres de trabajo, y una adecuada localización de estos en relación con el sitio de trabajo, previniendo los requerimientos de espacio que demande cada una de las actividades del proyecto.
- Facilitar el acceso de equipos, material y personal.
- Donde existan alternativas económicas, evitar tipos de construcción complejos y de alto costo, como trabajos subterráneos, trabajos elevados, o trabajos adyacentes a construcciones existentes, evitar las

construcciones bajo agua siempre que sea posible.

- Utilizar las obras permanentes para usos temporales de construcción. El gasto adicional de las instalaciones temporales, puede evitarse cuando el diseño y la secuencia de construcción de las instalaciones permanentes son estructurados para permitir su uso durante las operaciones de construcción.
- Al localizar el espacio para la bodega, áreas de estacionamiento, etc., considerar la distancia al lugar de trabajo. Se debe ubicar en forma cercana a la ejecución de la obra.
- Proveer un plan efectivo de construcción de drenajes, dando atención a las áreas bajas y áreas de altas corrientes.
- Considerar las necesidades potenciales de accesos y evaluación de emergencias.

Tal como es conveniente incorporar la experiencia en construcción a las etapas previas de la misma, es también importante aplicarla a la construcción como un medio de mejorar la eficiencia de las operaciones en terreno.

Un método de construcción corresponde a la manera técnica en que se utilizan varios recursos de construcción. Un método innovador es aquel método que no es considerado de práctica común y que representa una solución creativa a las dificultades que se presentan en el terreno. Estas innovaciones pueden ser muy variables, y generalmente son pequeños progresos o ideas que se van incorporando a los métodos existentes, tales como:

- Mejorar secuencias de ejecución de tareas.
- Uso innovador de materiales y sistemas de construcción nuevos o alternativos.
- Creación y adaptación de herramientas prácticas.
- Usos innovadores de las máquinas de construcción.
- Uso de la prefabricación y concepto de modulación.

Es importante destacar que en países desarrollados, las empresas de construcción disponen de bibliotecas que acumulan estas innovaciones para su uso en otras aplicaciones o nuevas obras. Muchas de estas innovaciones provienen de personal

experimentado que va generando sus propias soluciones para resolver problemas que enfrentan en la ejecución de sus tareas.

Otros aspectos o recomendaciones que promueven la constructibilidad en terreno son los siguientes:

- Usar métodos y materiales más apropiados a las características y condiciones del proyecto.
- Estandarizar las operaciones de construcción y aprovechar la repetitividad.
- Estudiar, en forma detallada y de forma anticipada, los métodos a utilizar en operaciones complicadas o difíciles.
- Utilizar métodos de trabajo que permitan continuar con otra actividad cuando se interrumpa o se atrase alguna otra actividad.

Planificación de operaciones de construcción

La planificación es una herramienta fundamental para la toma de decisiones en la construcción, y por lo tanto, para la administración de un proyecto u obra. Sin planificación, el curso de acciones se transforma en una serie de cambios aleatorios de dirección. Sin el marco de referencia, aportado por la planificación, el seguimiento y posteriormente el control no tiene sentido.

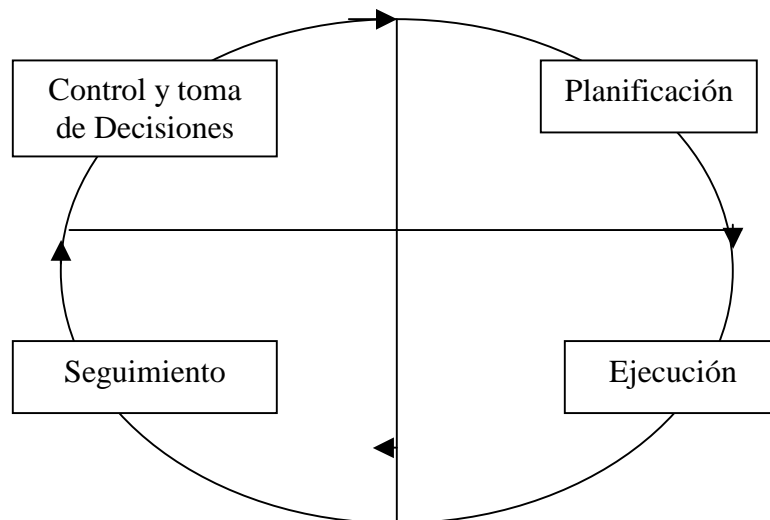
La planificación puede ser definida como la determinación de la metodología o camino que se va a utilizar para el cumplimiento de un objetivo específico. Una buena planificación asegura que cada tarea tenga la oportunidad de ser ejecutada correctamente, en el lugar apropiado y en el momento oportuno. Es decir, la planificación tiene como propósito principal lograr el cumplimiento de un objetivo con la mínima interferencia producida por eventos que puedan retrasar o detener su logro.

Otra función importante de la planificación es la de servir como base de referencia para el seguimiento y el control. El seguimiento corresponde al proceso de obtención de la información sobre la obra, necesaria para el control. Control es el proceso de toma de

decisiones sobre la base de la información respecto de la situación actual, para actuar sobre el desarrollo futuro de una obra y asegurar así el cumplimiento de los objetivos planteados. La planificación permite la utilización eficiente de los recursos y fortalece la posición del administrador. Este último debido a que se pueden minimizar las influencias negativas y transferir responsabilidades directas sobre otros.

La función de planificación y control se desarrolla en una forma dinámica y continua, dentro de lo que se conoce como el ciclo de la planificación. Un principio básico de esta función es que no hay planificación que cumpla plenamente en la realidad de la realidad práctica, ya que ella es solo un modelo de nuestras intenciones en cuanto a la forma en que pretendemos llevar a cabo las tareas.

Ciclo de la planificación



En un proyecto de construcción se presentan tres etapas o niveles principales en la planificación:

- Planificación preliminar de carácter estratégico, cuyos objetivos básicos son determinar los costos

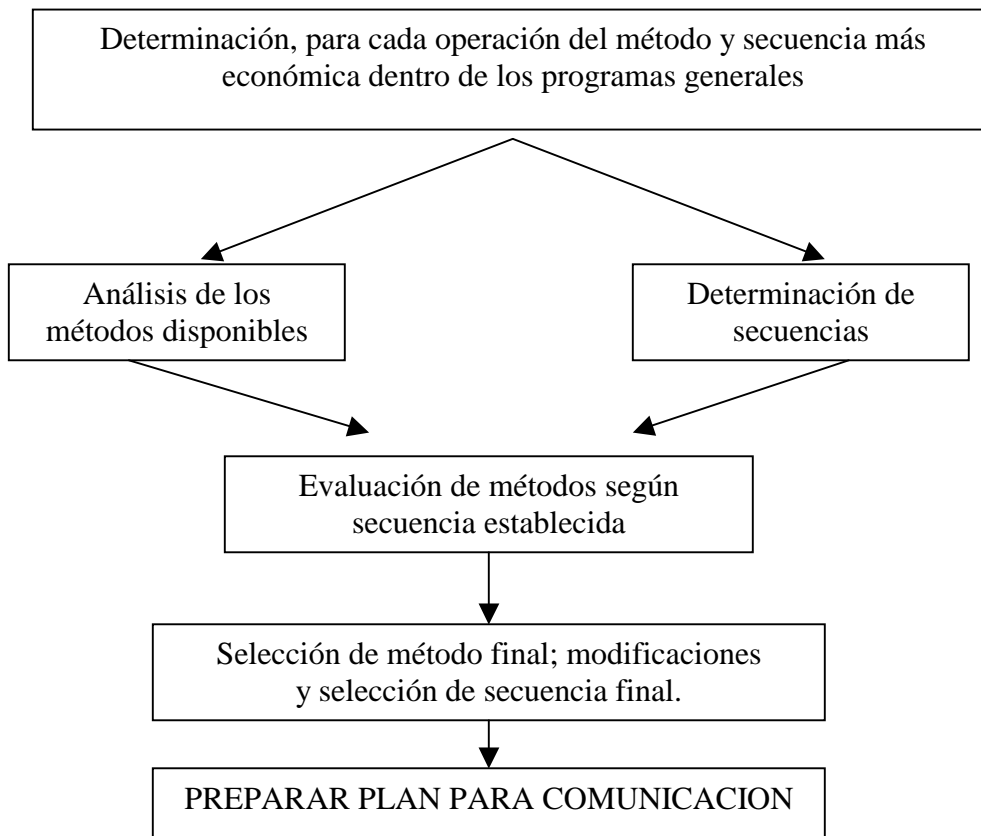
para la propuesta o estudio de factibilidad y servir de base para la planificación del contrato o proyecto.

- Planificación del contrato o proyecto, de carácter táctico, cuyo objetivo es obtener

el plan definitivo para la ejecución del proyecto.

- Planificación de operaciones: cuyo objetivo es lograr que en cada operación se use la secuencia y el método más económico posible, de acuerdo

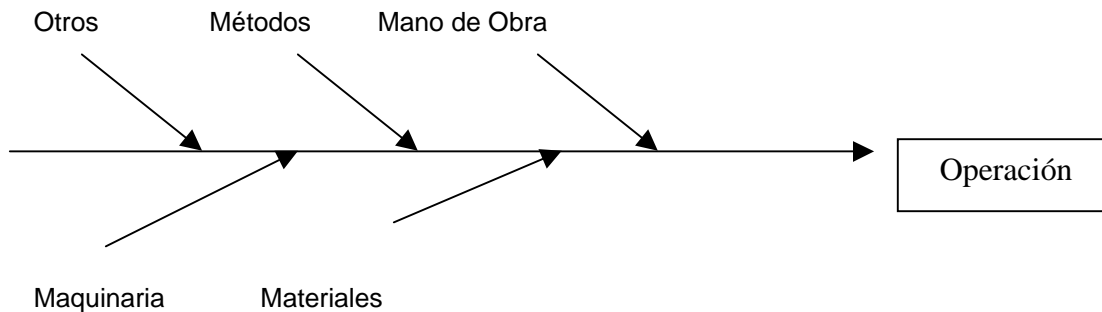
con la planificación general del proyecto. Esto significa pensar en los detalles de una tarea, planificarla y coordinarla antes de ejecutarla, anticipando interferencias, falta de recursos.



Planificación de operaciones

No es posible realizar una adecuada planificación de las operaciones si no se tiene un conocimiento detallado de los factores que participan en ellas y de los objetivos que se persiguen en cada una. A

través de la utilización de diagramas de espina de pescado es posible identificar, para cada operación, los factores y subfactores que impactan el resultado o la medida de desempeño de su ejecución, sea esta última una medida de calidad, productividad, costos o duración. Posteriormente, se pueden determinar aquellos factores de más relevancia para el cumplimiento de cada uno de los objetivos de la operación y orientar las acciones de planificación y control más adecuado para lograrlo.



Relación; factores y objetivos de una operación

La planificación al nivel operacional tiene que preocuparse de los siguientes problemas, entre otros:

1. Instalaciones auxiliares.
2. Programación y asignación de recursos.
3. Selección y manutención de equipos.
4. Políticas de inventarios.
5. Diseño y control de procesos de ejecución de las operaciones.
6. Métodos de trabajo.

7. Aseguramiento y control de calidad.

De esta forma, estas personas, que normalmente son los ejecutivos de la obra, podrán ejecutar sus trabajos en una forma ordenada, económica y con el tiempo para administrar la obra y el trabajo de construcción, sin tener que corregir en el camino un conjunto de detalles no previstos, que afectan negativamente la productividad.

La anticipación con la cual debe llevarse a cabo la planificación de operaciones debe ser tal que:

- a. Los que están involucrados en los planes puedan comentarlos y discutirlos.
- b. Los materiales estén a tiempo.

- c. Los subcontratistas se informen y sus preguntas sean contestadas oportunamente.
- d. Los equipos necesarios sean adquiridos, conseguirlos y/o fabricados a tiempo.

La planificación del proyecto es vital para que el mismo llegue a tener éxito, es por ello que hay que dedicarle gran cantidad de tiempo a este aspecto antes de comenzar con la ejecución del mismo.

En este punto se deberán considerar los siguientes aspectos:

1. Definición de actividades críticas
2. Elaborar programas de trabajo y programas de trabajo específicos para las actividades críticas
3. Materiales de importación
4. Materiales que requieran elaboración bajo pedido especial.

Definición de actividades críticas

Por actividad crítica debe entenderse aquella que, por su función para el proceso constructivo y avance del proyecto es indispensable para poder continuar con otros trabajos, debido a la dependencia que esta actividad le genera a otras actividades es que la misma se vuelve crítica para el proyecto.

Sobre la base de lo anterior, es que se considera que para la construcción de una nave industrial las actividades críticas son las siguientes:

- Montaje de estructura primaria (Metálica en nuestro caso)
- Cerramientos perimetrales y superiores (paredes externas y techo)
- Losa de piso de concreto.
- Instalaciones electromecánicas.

El montaje de la estructura primaria es de vital importancia ya que sin ella no se puede proceder a ejecutar los trabajos de cerramientos perimetrales, instalación de conducciones eléctricas y sistemas mecánicos, debido a que todos éstos necesitan la estructura para poder asirse de ella.

Los cerramientos perimetrales son importantes debido a que estos cierran el edificio, dándole

espacio a los trabajos eléctricos y mecánicos que van por las paredes de la nave, a parte de que estéticamente el proyecto va tomando forma de que pronto será concluido y lo más importante permite llevar a cabo la chorrea del piso de la nave.

Para ejecutar la construcción de la losa de piso es necesario que el edificio esté lo más cerrado posible, esto debido a la utilización del endurecedor de piso, el cual una vez que se aplica es necesario que no entre en contacto con el agua (por ejemplo agua de lluvia) ya que esta lo lava de la losa y el endurecedor no funciona.

En las naves industriales es normal el tránsito pesado (montacargas, camiones, etc.) debido a las labores que en ella se realizan, por lo que siempre en especificaciones aparecerá la indicación de utilizar el endurecedor de piso como parte del mismo, por lo que sí éste entra en contacto con el agua, no solo perdemos el endurecedor sino el concreto ya que el endurecedor se aplica al poco tiempo después de haber colado el piso, y por lo tanto, la inspección está en todo el deber de rechazar o no autorizar la chorrea de la losa de piso, lo que produce atrasos nuevos costos de material equipo y mano de obra no presupuestados y lo peor, una mala imagen ante el cliente.

La losa de piso es una actividad crítica ya que de ella dependen los trabajos dentro de la nave, especialmente trabajos del tipo arquitectónico. Para la instalación de una estructura secundaria (mezanines y marcos pequeños que dependiendo del tipo de proyecto, son o no necesarios de construir) la instalación de los sistemas eléctricos y mecánicos es necesario el uso de equipos de movimiento vertical para continuar con la instalación, y éstos requieren de una superficie plana para poder desplazarse.

Debido a lo descrito anteriormente es que se consideran estas actividades como críticas para la construcción eficiente de una nave industrial.

Más adelante se expondrá acerca de los procesos necesarios, tanto los constructivos como los de control para asegurar la adecuada construcción y supervisión de cada una de esas actividades.

Logística del sitio de construcción

Logística

El objetivo de la logística de sitio consiste en asegurar la planificación adecuada de los aspectos relacionados con las condiciones de infraestructura provisional y de flujos de personal, materiales y equipo en el proyecto, de modo que se den de la forma más eficiente, en línea con la estrategia constructiva definida.

Lo mínimo que se debe considerar para conseguir el adecuado funcionamiento dentro del proyecto es lo siguiente:

- Distribución de accesos y sentidos de circulación durante la construcción
- Distribución de instalaciones provisionales y cerramientos.
- Planos electromecánicos, alturas de líneas eléctricas.
- La ubicación de los elementos de apoyo como las grúas torre o plumas.
- Control de escorrentía de aguas pluviales y control de erosión.
- Lugares de acopio de basura.
- Lugares de acopio de materiales.
- Lugares de producción de concreto, y talleres y ubicación de sistemas de bombeo.
- Instalaciones provisionales para el personal (vestidores, comedores, servicios sanitarios, duchas, lavamanos, oficinas, salas de reuniones, etc.)

Para lograr cumplir con todo lo anterior es necesario ejecutar al menos las siguientes acciones:

1. Diseño de accesos y circulación.

- Definición de los accesos para el personal, materiales y equipo, considerando:
 - Cantidad y tamaño de equipo que entra y sale del proyecto.
 - Características de soporte del terreno.
 - Condiciones de visibilidad y espacio.
 - La menor cantidad de cruces de zonas de maniobra o tránsito vehicular.
 - El acceso a bodegas, que no pase por zonas donde se estén utilizando grúas o haciendo excavaciones.
- El recorrido máximo, para que el manejo manual de cargas no sea mayor a 70 metros.

2. Diseño de espacios y cerramientos

- Revisar las necesidades de espacio y características de las instalaciones provisionales para:
 - Oficinas para ingenieros, reuniones, personal administrativo, maestro de obras, propietario, inspección, según se necesite.
 - Bodegas: materiales menores, de alto valor, varilla, cemento, equipo, madera, subcontratistas, laboratorio de materiales.
 - Áreas para uso de personal, tales como vestidores, comedores, servicios sanitarios.
 - Talleres de formaleta, armadura, electromecánicos.
 - Caseta de guarda y vigilancia periférica en caso de que amerite.

- Cerramientos.
 - Zonas de estacionamiento, indicando si los mismos son techados o no.

3. Para definir las características de la infraestructura provisional se debe considerar:

- Cumplir con lo siguiente;
 - El plano del sitio de construcción (generado a partir del procedimiento Logística del sitio de construcción) debe estar en un lugar visible por todos los trabajadores y visitantes del proyecto.
 - En este plano debe definirse claramente, las áreas de alto riesgo, las áreas de circulación, las áreas de comedor, vestidores y servicios sanitarios.
- Comedores.
 - Deben estar fuera del área de construcción.
 - El comedor tendrá mesas y asientos en número suficiente para la cantidad de trabajadores por turno de comida establecido.
 - En el caso de que el servicio de comidas esté concesionado, la instalación electromecánica que el concesionario necesite hacer deberá contar con la aprobación del Profesional Residente y el inspector de SOHA.V

4. Vestidores, baños.

- Deben estar fuera del área de construcción con el fin de asegurarse que todo trabajador que ingrese al proyecto, venga vestido con la indumentaria de trabajo.
- Deben tener espacio para colgar la ropa.
- Debe separarse el vestidor de operarios de el vestidor de peones.

5. Áreas de fumado.

- Se dispondrá de un área específica para el fumado dentro del proyecto.
- Las áreas de fumado se dispondrán a no menos de 7 metros, alejadas de bodegas de materiales combustibles o inflamables.
- El área de fumado contará con un basurero para la basura allí generada.

6. Servicios sanitarios.

- Deberá proyectarse una cantidad de servicios sanitarios equivalente a uno por cada veinte trabajadores. Estos deberán cumplir con los siguientes lineamientos:
- Deben ser ubicadas en una área a no menos de 7 metros de las áreas de trabajo,

- Debe considerarse el acceso de los camiones de las compañías de limpieza séptica.

7. Duchas y lavamanos.

- Se dispondrá de una ducha o lavamanos por cada quince trabajadores distribuidos en el área cercana a los servicios sanitarios, a los vestidores y al comedor.

8. Espacio para primeros auxilios.

- Deberá proveerse en el proyecto de un lugar para la prestación de primeros auxilios y que tenga las siguientes características: por lo menos con 3 metros cuadrados de área, con un espacio que permita acostar a una persona y tener en un lugar visible, un botiquín de primeros auxilios, que esté ordenado y ubicado en un contenedor que permita su fácil desplazamiento.

9. Tiempo disponible para construir las instalaciones.

- Necesidades de futuras reubicaciones, según el espacio disponible, Debe evitarse al máximo reubicaciones.
- Cantidad y tipo de materiales y equipo menor que se va a almacenar en el proyecto.
- Tiempo de almacenaje.
- Cantidad de personal requerido en proyecto.
- Necesidades de instalaciones temporales de los subcontratistas.
- Posibilidades de crecimiento.
 - Turnos que tendrá la obra.

10. Para los cerramientos provisionales se requiere que el proyecto esté limitado en sus linderos, tanto para efectos de prevención de robos como para evitar el ingreso de personal no autorizado sujeto de un accidente.

- Diseño de infraestructura electromecánica la infraestructura electromecánica incluye instalaciones:
 - Para agua potable.
 - Para disposición de aguas negras.
 - Para disposición de aguas pluviales.
 - Eléctricos generales: iluminación y potencia.

- Eléctricas especiales: para equipos especiales como grúas y soldadoras.
- Telefónicas y de cómputo.
- Es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos en su definición:
 - Conexión a tierra: todos los equipos, maquinaria e instalaciones eléctricas, a excepción de las herramientas eléctricas portátiles, deberán estar conectadas a tierra.
 - Tableros eléctricos
 - Condiciones mínimas de los tableros eléctricos:
 - Los tableros de distribución deberán ser del tipo totalmente cerrado que proteja contra las filtraciones de agua.
 - No se permiten instalaciones con sus partes en tensión expuestas o de fácil acceso.
 - Debe tener su puesta a tierra
 - Los tomas eléctricos del tablero cuando se usen en exteriores, deberán ser del tipo de intemperie.
 - Conductores eléctricos
 - Los conductores para intemperie deberán ser aéreos, en el caso de que esto no sea posible deberán estar protegidos contra las agresiones mecánicas
 - No se permiten empalmes en los conductores que no sean para uso en exteriores totalmente impermeables, el "tape" (cinta adhesiva para cubrir uniones de cables) es inaceptable, solamente se aceptarán las uniones para exteriores que garanticen el total aislamiento, un tipo de cinta recomendado es el scotch 23.
 - Todos los conductores serán del tipo manguera, como el tipo TSJ.
 - Todos las finales de conductor o cables, deberán estar unidos y protegidos al final del punto de toma.
 - Herramientas eléctricas portátiles.
 - Todas las herramientas eléctricas portátiles deben tener certificación de doble aislamiento, para ser aceptadas en el proyecto. El doble aislamiento protege de una descarga a través de la carcasa, aunque el cable sea polarizado.
 - El cable conductor de la herramienta deberá estar polarizado.
 - Máquinas eléctricas.
 - Con el afán de minimizar la posibilidad de consecuencias en los posibles contactos eléctricos indirectos, todas las máquinas deberán tener su puesta a tierra.

- Cuando se cumplan todas las condiciones requeridas para una instalación eléctrica provisional, se puede iniciar la operación.
- Durante la operación, el Instructor de SOHA debe verificar que se cumpla con las reglas básicas de operación siguientes:
 - No use ningún equipo eléctrico mientras está en contacto con agua.
 - Desenchufe la máquina o los aparatos eléctricos antes de limpiarlos, inspeccionarlos, repararlos o retirar algo de ellos.
 - Mantenga limpios los equipos eléctricos, las máquinas y los lugares de trabajo. El aceite, el polvo, los residuos y el agua pueden crear un peligro de incendio cerca de un lugar donde hay electricidad.
 - Mantenga libre el acceso a los tableros y cajas eléctricas.
 - Traslade los materiales inflamables lejos de fuentes de energía eléctrica o aparatos eléctricos que produzcan calor.
 - Identifique los lugares donde están ubicados los fusibles y los interruptores eléctricos.
 - Aseguré que todos los equipos eléctricos se encuentran conectados a tierra.
 - Antes de efectuar una excavación o de trabajar cerca de líneas aéreas de alto voltaje consulte a la Compañía que presta los servicios eléctricos en la zona para evitar posibles riesgos por choques eléctricos, según lo establece el procedimiento de seguridad en excavaciones.
 - SI NO ESTÁ ENTRENADO PARA TRABAJAR EN ZONAS DE ALTO VOLTAJE, (mayor de 220 voltios) NO ENTRE A ELLAS, NI EN UNA EMERGENCIA.
 - Si alguien se pone en contacto con una línea electrificada, se debe separar a la víctima de la corriente antes, de suministrarle los primeros auxilios. Si esto no se puede hacer fácilmente, separe a la víctima mediante una soga, un trozo de madera u otro material aislante.
 - En caso de presentarse, el encargado del trabajo debe corregir cualquier observación que le haga el Instructor de SOHA así como cualquier otra forma incorrecta de operar las instalaciones eléctricas provisionales que detecte y asegurar el mantenimiento de las condiciones recién expuestas.
 - Red de distribución eléctrica y de agua y capacidad requerida.
 - Interferencia con el manejo de materiales, equipo o personal.

- Interferencia con elementos constructivos.
- Condiciones de seguridad ocupacional.
- Factores ambientales: el ruido y para tratamiento de aguas residuales.
 - Necesidad de capacidad eléctrica y mecánica instaladas temporales, rutas de tendidos eléctricos externos e internos y metodología a utilizar.

11. Ubicación de equipo especial, si en el proyecto se requiere equipo especializado de apoyo, como las grúas torres o plumas, es

importante considerar lo siguiente para definir su ubicación:

- Puntos de izaje y peso de los elementos a mover.
- Servicios electromecánicos requeridos.
- Tipo de fundación a utilizar – en caso requerido.
- Condiciones de seguridad ocupacional.
- Metodología y posibilidad real de montaje y desmontaje.

Actividad crítica

Estructura metálica

La estructura metálica es una parte esencial de una nave industrial, debido a que ella es el elemento estructural que soporta todas las cargas a las que estará sometida la misma incluyendo a los diferentes sistemas mecánicos y eléctricos (equipos de aire acondicionado, transformadores eléctricos, equipos especiales, etc.) que la nave requiera.

Otro aspecto por el cual es de vital importancia la estructura metálica es que en ella se sustentarán los cerramientos perimetrales y superiores (paredes y techos) de la nave, siendo los anteriores necesarios para llevar a cabo la construcción de la losa de piso. Por tal razón la estructura metálica juega un papel sumamente importante en la ejecución del proyecto.

Es por ello que es necesario asegurar un procedimiento constructivo correcto, involucrándose desde la fase de diseño, con el objetivo de conocer los tipos de acero que el diseñador utilizará e ir colocando las órdenes de compra, ya que en la mayoría de los casos este es un material de importación, lo cual implica cierto tiempo para que material arrive al país y para que luego pase a planta a ser transformado para poder ser utilizado en la obra. Todo este proceso debe de ser muy bien administrado ya que un atraso en las fechas de llegada del acero al país o de la planta al proyecto puede impactar los tiempos de entrega de la estructura terminada, lo cual afectará directamente las demás actividades críticas como son los cerramientos perimetrales y superiores así como

la losa de piso, por lo que la fecha de término del proyecto es muy probable que no sea la indicada en el contrato.

A continuación, se detallará un proceso constructivo que involucra la fabricación en planta, la planificación del montaje, el control de avance tanto de la prefabricación y montaje. No se incluirá en esta sección lo referente a la importación del acero, ya que esto se tratará en otra sección del documento.

Procedimiento

Prefabricación

- Se deberá contar con los planos de taller aprobados por el inspector antes de comenzar con los trabajos de prefabricación.
- Se inspeccionará que los trabajos de corte, doblado, soldaduras, limpieza, pintura, armado y acabado se lleven a cabo de acuerdo con planos y especificaciones.
- Se establecerá un plan en cual se defina el orden en el que se fabricarán los diferentes elementos.
- El profesional responsable deberá darle seguimiento al menos dos veces por semana al avance de los trabajos de prefabricación y comparar el avance real contra el programado, si existieran atrasos deberá solicitar al subcontratista un plan de recuperación para ponerse al día.
- El profesional responsable deberá verificar que las piezas que se están prefabricando sean las necesarias para empezar o continuar con los trabajos de montaje.
- Todas sus inspecciones deberán quedar registradas en una bitácora para tal efecto, en donde deberá aparecer su firma.

Montaje

- El profesional responsable deberá asegurarse que se cuenta con los equipos, recursos humanos y materiales necesarios en calidad y cantidad tanto para el traslado como para la posterior descarga y colocación de la estructura (grúas, camiones, carretas, montacargas, equipo de movimiento vertical, etc.) y que dicho equipo se encuentre en el proyecto al menos con medio día de anterioridad a la fecha en que los trabajos deban ejecutarse.
- El profesional responsable almacenará las estructuras en la zona destinada para tal efecto, de forma tal, que no se produzcan atrasos reubicando las piezas que aún no se van a utilizar (deberá acomodar en forma lógica y de acuerdo con el programa de montaje)

- La estructura será izada por el equipo respectivo (camión grúa, etc.), colocada en su posición, alineada tanto verticalmente como horizontalmente, arriostrada y asegurada para efectos de armar los marcos.
- Una vez armado el marco se procederá a chequear alturas, longitudes, verticalidad y el alineamiento para luego proceder con la soldadura definitiva de la estructura.
- La secuencia se repite según lo establecido en el programa de montaje.
- Una vez montada la totalidad de la estructura se procederá a realizar el detallado de la misma para su revisión final.
- En caso de que se requiera hacer reparaciones, el profesional a cargo se las comunicará al subcontratista para que éste las ejecute y dar por aceptada la entrega de la estructura.

Trabajos de soldadura

El tipo de electrodo utilizado es muy importante, y afecta decididamente las propiedades de la soldadura tales como resistencia, ductilidad y resistencia a la corrosión. Se fabrican un gran número de diferentes tipos de electrodos, y el tipo por utilizar en cierto trabajo depende del tipo de metal que se suelde, la cantidad de material que se necesita depositar, la posición del trabajo, etc. Los electrodos se dividen en dos clases generales: los electrodos con recubrimiento ligero y los electrodos con recubrimiento pesado. Los cuales se utilizan en la soldadura estructural, porque al fundirse sus recubrimientos se producen una protección de vapor o atmósfera muy satisfactoria alrededor del trabajo, así como escoria de protección.

Dentro de los electrodos más comunes tenemos la serie de electrodos ASTM A233 clase E60 y E70 entre ellos encontramos los siguientes:

Clasificación AWS: E 6011

- Electrodo para acero de carbono.
- Toda posición.
- Corriente continua, electrodo positivo, corriente alterna.
- Revestimiento: blanco.
- Punto: Azul

Descripción

Este, especialmente diseñado para uso con corriente alterna, también puede ser utilizado con corriente continua, electrodo positivo.

Características

- Alta velocidad de soldadura.
- Eficiencia de depósito del metal superior al 70%.
- Gran facilidad de encendido, manejo del arco y firmeza en la copa.
- Excelente penetración.
- Fácil remoción de escoria.
- Produce un arco firme y estable, no afectándolo en corriente continua el fenómeno conocido por “soplo magnético”.

Usos

Este electrodo es apto para ser utilizado en todas las aplicaciones de soldadura de acero dulce, sobre todo cuando es necesario soldar en posición vertical o sobre cabeza, por su escoria de rápida solidificación.

Aplicaciones típicas

- Estanques.
- Estructuras metálicas.
- Embarcaciones.
- Caldererías.
- Obras de construcción.
- Reparación de piezas y máquinas.

Amperajes Recomendados					
Diámetro Electrodo		Longitud electrodo		Amperaje	
Pulg.	mm	Pulg.	Mm	Min	Max

3/32"	2.4	12"	300	50	90
1/8"	3.2	14"	350	80	120
5/32"	4.0	14"	350	120	160
3/16"	4.8	14"	350	140	220
1/4"	6.4	18"	450	225	325

Clasificación AWS: E 6013

- Electrodo para acero de carbono.
- Toda posición.
- Corriente continua, ambas polaridades.
- Revestimiento: canela
- Corriente alterna.

Descripción

Tiene un revestimiento que produce, escoria abundante y un depósito muy parejo. Su arco es muy suave y estable aunque de baja penetración. Tiene muy buenas características de trabajo, aún con máquinas soldadoras de corriente alterna con bajo voltaje en vacío. Aunque especialmente formulado para corriente alterna, se puede usar también con corriente continua.

Usos

El electrodo es especialmente recomendado para trabajos en láminas metálicas delgadas y en toda clase de acero dulce, en los cuales se tengan como requisito la facilidad de aplicación, siempre que no se exijan características mecánicas

elevadas en las uniones. Debido a su baja penetración, se recomienda para soldar planchas de espesor menor de 1/4".

Aplicaciones típicas

- Cerrajerías.
- Muebles metálicos.
- Estructuras livianas.

Procedimiento para soldar:

En soldaduras verticales de tope o filetes se recomienda soldar de abajo hacia arriba. No es necesario realizar movimientos de vaivén hacia delante.

Amperajes Recomendados					
Diámetro Electrodo		Longitud electrodo		Amperaje	
Pulg.	mm	Pulg.	Mm	Min	Max

3/32"	2.4	12"	300	40	90
1/8"	3.2	14"	350	70	120
5/32"	4.0	14"	350	120	190
3/16"	4.8	14"	350	160	240
1/4"	6.4	18"	450	240	350

Clasificación AWS: E 7018.

- Electrodo para aceros al carbón.
- Con hierro en polvo.
- Toda posición.
- Corriente continua. Electrodo positivo.
- Revestimiento: Gris

Usos

Es recomendado para trabajos donde se requiere alta calidad radiográfica, particularmente en calderas y cañerías. Sus buenas propiedades físicas son ideales para ser usado en astilleros.

Descripción

Es un electrodo de bajo contenido de hidrógeno y resistente a la humedad. Está especialmente diseñado para soldadura que requiere control de radiográficos en toda posición. Su arco es suave y la pérdida por salpicadura es baja.

Procedimiento para soldar

Para soldaduras de filetes horizontales y trabajos de soldadura en sentido vertical descendente, debe usarse un arco corto. No se recomienda la técnica de arrastre. En la soldadura en posición sobre la cabeza debe usarse un arco corto con ligero movimiento oscilatorio en la dirección de avance. Debe evitarse la oscilación brusca del electrodo.

Amperajes Recomendados					
Diámetro Electrodo		Longitud electrodo		Amperaje	
Pulg.	mm	Pulg.	Mm	Min	Max
3/32"	2.4	12"	300	70	120
1/8"	3.2	14"	350	120	150
5/32"	4.0	14"	350	140	200
3/16"	4.8	14"	350	200	275
1/4"	6.4	18"	450	275	400

Para asegurarse de una buena soldadura en un trabajo determinado, debe seguirse tres pasos: 1) establecer buenos procedimientos de soldadura, 2) usar soldadores calificados, y 3) emplear inspectores competentes en el taller y en la obra.

Para lograr una buena soldadura existen una serie de factores entre los que pueden

mencionarse la selección apropiada de electros, corriente y voltaje; propiedades del metal base y de aportación; posición de la soldadura. La práctica usual en los trabajos grandes es emplear soldadores que tienen certificado que demuestren su calificación.

Además, no es mala práctica que cada soldador ponga una marca de identificación en cada una

de las soldaduras, de modo que las personas que muy a menudo realizan un mal trabajo pueden ser localizadas. Esta práctica probablemente mejore la calidad general del trabajo realizado.

Una buena soldadura se aproximará a su color original después de enfriarse. Si se ha calentado demasiado, tendrá un tono mohoso a apariencia rojiza. Existen diversos métodos para determinar la calidad interna o sanidad de una soldadura. Estos métodos incluyen: tinturas penetrantes y partículas magnéticas, ensayos con ultrasonido y procedimientos radiográficos, los cuales permiten descubrir defectos internos tales como porosidades, falta de fusión o presencia de escoria.

Todos los aparatos soldadores y los operadores de los mismos que vayan a ser empleados bajo estas especificaciones, deberán ser calificados previamente por medio de pruebas, según está ordenado en el apéndice D, partes II y III de la AWS D 2.0.

No deberán hacerse soldaduras cuando las superficies están mojadas o expuestas a la lluvia, o viento fuerte, ni cuando los soldadores están expuestos a condiciones climáticas inclementes.

La superficie y bordes que tengan que ser soldados, deberán ser lisos uniformes y exentos de rebabas, rasgaduras, grietas y otros defectos que pueden afectar negativamente la calidad de la soldadura. Las superficies que hayan que soldar también deberán estar exentas de escorias, herrumbre, grasa, escamas sueltas, o cualquier otro material que pueda impedir la soldadura adecuada.

Las partes que deben ser unidas por medio de soldadura con filete deberán ser puestas bien juntas tanto como sea posible, pero en ningún caso deberán quedar separadas más de 4 mm. Las piezas que vayan a ser soldadas deberán ser soldadas, alineadas correctamente y fijadas en su posición por medio de pernos, abrazaderas, cunas, cables, puntales, u otro dispositivo adecuado, o mediante soldadura por medio de puntos (temporalmente) hasta que el trabajo de soldadura quede terminado.

No se deberán usar los electrodos cuando se hayan mojado.

Antes de soldar sobre soldadura previamente depositada, toda la escoria deberá ser eliminada, y tanto la soldadura como el metal de las piezas por soldar, se deberán cepillar hasta dejarlos limpios. Este requisito será aplicable no solamente a las capas sucesivas, sino también a los rebordes sucesivos y al área del cráter cuando se reanuda la soldadura después de alguna interrupción. Esto sin embargo, no afectará la confección de soldadura de tapón o de ranura.

Las soldaduras deberán carecer de grietas, traslapes, fusión incompleta, o penetración inadecuada a pesar del método de inspección.

Trabajos de pintura

El éxito de un trabajo de pintura no solo depende de una adecuada aplicación de ellas, sino que, en mayor medida, de la preparación o trabajos previos que se realicen en la superficie antes de pintarla.

Por preparación de superficie se entiende la limpieza que se efectúa, antes de aplicar la pintura, con el objeto de eliminar todo agente contaminante, en particular sueltas o mal adheridas, que sean ajenas o no a la superficie, dejándola apta para recibir una pintura.

Realizar una limpieza inadecuada o poco cuidadosa puede provocar fallas prematuras en las pinturas, aunque las aplicaciones se realicen conforme a las indicaciones. Por esta razón se debe hacer hincapié en la limpieza de buena calidad.

El acero es el material estructural más usado y por lo tanto la superficie que mayoritariamente se encuentra con problemas de manutención. El mayor problema de la limpieza del acero radica en eliminar toda presencia de elementos contaminantes perjudiciales que se interponen entre el metal base y la película de pintura que se desea aplicar.

Entre los contaminantes principales se encuentran la chapa, óxido o escoria de

laminación (laminilla) de los aceros laminados en caliente, los productos de corrosión tales como óxidos, sulfatos, cloruros, etc.; y los agentes externos como grasa, aceites, incluso pinturas antiguas en mal estado.

Detalles constructivos.

La gran mayoría de revestimientos no pueden aplicarse con éxito sobre cantos vivos o en intersticios estrechos. Un material aplicado sobre un canto vivo o sobre un borde fluido se retirará por razones de tensión superficial y por congelamiento durante el secado. No importa qué cuidado se haya puesto durante la aplicación, siempre en estos puntos la capa de pintura será más delgada.

Igual cosa sucede con las grietas o intersticios por la dificultad evidente de hacer penetrar la pintura hasta el fondo. Para lograr una protección completa deberá eliminarse inevitablemente todos los cantos vivos, bordes fluidos, salpicaduras de soldadura, poros y grietas en los cordones de soldadura.

El método normal y que debe efectuarse ante de la limpieza final, es la siguiente:

- Se esmerilan las soldaduras y bordes fluidos. Se redondean incluyendo las perforaciones.
- Las salpicaduras de soldadura se eliminan con cincel, raspador o esmeril.
- Los cordones discontinuos o pinchonazos deberán resolverse para dejar un cordón continuo.
- Igualmente bafles y elementos similares deberán soldarse por ambos lados.
- Remaches y pasadores deberán estar firmes y bien calafateados.

Clasificación del acero por su estado de corrosión.

Las normas Suecas SIS han establecido una escala muy práctica para identificar los estados superficiales de corrosión del acero sin pintura con la que podemos encontrarnos en forma normal, tenemos de esta forma cuatro clasificaciones siendo estas las siguientes:

Grado A:

Superficies de acero con la chapa de laminación intacta en todas las superficie y prácticamente sin corrosión.

Acero grado B:

Superficies de acero con principios de corrosión y de la cual la chapa de laminación se encuentra parcialmente adherida.

Acero grado C:

Superficie de acero donde la chapa de laminación se ha perdido por efecto de la corrosión o es fácilmente eliminable por raspado al encontrarse suelta. La corrosión es generalizada pero no se ha formado aún cavidades visibles.

Acero grado D:

Superficie de acero con corrosión generalizada, exenta de chapas de laminación y gran cantidad de cavidades profundas.

Para evaluar el estado superficial del acero previamente pintado se ha establecido por norma otros cuatro grados de determinan la cantidad de daño por corrosión, estos daños se identifican como se señalan:

Acero grado E:

Es aquel en el cual la pintura se encuentra prácticamente intacta, puede verse algo de primero o anticorrosivo y los puntos de corrosión no sobrepasan un décimo de un por ciento de la superficie esto implica un daño superior al 0,1% (grado de corrosión 8 a 10d de SSPC-Vis 2)

Acero grado F:

La pintura de terminación se aprecia algo envejecida, en algunos sectores pueden aparecer el anticorrosivo, leve manchado o blistering (englobamiento); después de eliminar las manchas, menos de un por ciento (1%) de la superficie presentada puntos de corrosión, óxidos de laminación sueltos o el film de pinturas suelto (grado de corrosión 6 a 8 de SSPC-Vis 2)

Acero grado G:

La pintura se aprecia fuertemente envejecida con aglobamiento o manchada; hasta un 10% de la superficie se encuentra cubierta con productos de la corrosión, englobamiento con corrosión, capas duras y sueltas de pinturas y se aprecia una pequeña cantidad de ataque localizado (grado de corrosión 4 a 6 de SSPC-Vis 2)

Acero grado H:

Grandes sectores de la superficie se encuentran cubiertos con productos de corrosión, pitting, nódulos de productos de corrosión y pintura sin adherencia. El ataque por pitting es totalmente visible (grado de corrosión 0 a 4 SSPC-Vis 2)

Si bien existen diversos Institutos de Centros que han establecido normas o especificaciones, las más conocidas son:

- STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL SSPC (U.S.A).
- SWEDISH STANDARD INSTITUTE SIS 055900. (Norma Sueca)

Cada una de las diferentes normas, pueden ser consultadas, en detalles, en los documentos correspondientes. Las siguientes son las definiciones básicas.

Limpieza con Solventes SSPC-SP1

Eliminar grasas, aceites, lubricantes de corte y toda presencia de materiales solubles de la superficie de acero utilizando para estos efectos alguno de los siguientes métodos: escobillas o trapos limpios embebidos en solvente, pulverización de solventes sobre la superficie, desgrase con vapor y solventes clorados, detergentes alcalinos, etc. Esta limpieza se considera previa a todo otro tipo, ya que no deben existir grasas o aceites sobre la superficie que se protegerá.

Limpieza manual SSPC-SP2

Deberá eliminarse de la superficie de acero todo el óxido de la laminación y herrumbre que se encuentre sin adherencia al igual que la pintura antigua que no se encuentre firmemente adherida. Finalmente se limpiará la superficie con aire limpio y seco o un cepillo limpio. La superficie

debe adquirir un suave brillo metálico, la limpieza se efectuará, con herramientas manuales en buen estado, tales como lijas, picasales, escobillas de acero.

Limpieza manual motriz SSPC-SP3

Consiste en un raspado, cepillado o esmerilado a maquina de manera minuciosa. Se deberá eliminar todo óxido de laminación, herrumbre y pintura que no se encuentre bien adherida. Al término de la limpieza la superficie deberá presentarse rugosa y con un claro brillo metálico. En este tipo de limpieza debe cuidarse de no bruñir la superficie metálica a fin de lograr buena adherencia de las pinturas a la base

Limpieza con llama SSPC-SP4

Este método consiste en pasar una llama de óxido acetileno de alta temperatura y de alta velocidad sobre la superficie metálica, seguido de un escobillado enérgico con herramientas manuales o motrices para eliminar todo el óxido de la laminación y herrumbre que suelte.

Se entiende que toda materia perjudicial será eliminada en este proceso, dejando una superficie limpia y seca, lista para recibir la primera capa de pintura.

Chorro abrasivo grado metal blanco SSPC-SP5

Limpieza que se logra haciendo impactar una partícula abrasiva sobre la superficie que al chocar suelta las partículas extrañas a la base dejando una huella en la zona de impacto.

El grado de metal blanco consiste en una limpieza de manera tal que la superficie se apreciará de un color gris, blanco, uniforme y metálico. La superficie mirada sin aumento deberá estar libre de todo tipo de contaminación y apreciarse levemente rugosa para formar un perfil adecuado que permita un buen anclaje de los revestimientos.

Chorro abrasivo grado comercial SSPC-SP6

Una superficie limpia con chorro abrasivo comercial se define como una de la cual eliminado toda materia extraña, herrumbre, óxido de la laminación y pintura antigua. Es permisible

que queden pequeñas sombras, rayas y decoloraciones superficiales causadas por manchas de herrumbre o vestigios de laminación. Además pueden quedar en la superficie, restos solo deberá presentar leves manchas, decoloraciones y restos de pintura antigua bien adherida.

Chorro abrasivo grado Brush-off SSPC-SP7

Consiste en el chorreado con abrasivo, donde se elimina la capa suelta de óxido de laminación herrumbre suelta o partículas extrañas débilmente adheridas. Se permite la presencia de óxido de laminación, pintura antigua y herrumbre que se encuentre firmemente adherida.

Decapado SSPC-SP8

La limpieza química o decapado es aquella por medio de la cual se remueve todo óxido de laminación y herrumbre por reacción química con un ácido o álcali.

Exposición ambiental y chorro abrasivo SSPC-SP9

Este método ha sido eliminado de la normalización americana. Consistía en exponerse el acero a la intemperie dejando que se comenzara a soltar la chapa de laminación, incluso se recomendaba mojar las estructuras con una solución de agua y sal común fin de acelerar el proceso. Este método es seguido por un chorreado posterior, que según se indicaba, era más fácil de realizar.

Chorro abrasivo grado casi metal blanco SSPC-SP10

Se define como la limpieza en la cual se elimina toda la suciedad, óxido de laminación, herrumbre, pintura y cualquier materia extraña de la superficie.

Se permiten pequeñas decoloraciones o sombras causadas por manchas de corrosión, óxido de laminación o pequeñas manchas del resto de pintura antigua. Por lo menos un 95% de la superficie, deberá estar exenta de residuos a simple vista. El 5% restante podrá solamente mostrar sombras donde existieron los productos antes mencionados.

de pintura firmemente adherida. La norma establece que por lo menos dos tercios de la superficie debía estar libres de residuos y el resto, debía

Limpieza mediante chorro abrasivo.

La limpieza mediante chorro abrasivo se utiliza para remover materiales extraños de las superficies metálicas y proveer una rugosidad superficial mediante el uso de arena, granallas o balines como abrasivos.

Existe un método que utiliza aire comprimido, boquillas especiales, arena seca limpia, granalla o balines. Otro método, utiliza la fuerza centrífuga de una rueda que propulsa el abrasivo a alta velocidad.

Frecuentemente se establece un tamaño de partículas en rango máximo y mínimo para el abrasivo, para obtener el grado de preparación de la superficie que se requiere. Ocasionalmente se utiliza agua a presión con cierta cantidad de proporción de abrasivo inyectado dentro del chorro, como un método alternativo.

Debe removerse todo el alquitrán, brea, aceite, grasa o material contaminante similares de la superficie mediante el uso de solventes. El aire comprimido utilizado por la limpieza abrasiva debe estar exento de materiales contaminantes tales como agua condensada o aceites, mediante el uso de trampas o separadores adecuados.

Debe llevarse acabo en tal forma que no dañe en forma parcial o completa porciones ya completadas del trabajo. El procedimiento de limpieza mediante chorro abrasivo deberá empezar en las partes altas y llevarse progresivamente hacia las partes más bajas de la estructura y permitiendo que el viento arrastre todas las partículas lejos del áreas recién pintadas. La operación de limpieza con arena no deben llevarse a cabo en aquellas superficies que se mojaran después del arenado y antes de pintarse.

Las superficies arenadas deben ser inspeccionadas para que no haya presencia de trazas de aceite, grasas, contaminantes y otros. El contaminante debe ser removido mediante brochas limpieza de pelo a pelo, cerdas o fibras o

deben ser sopladas con aire comprimido limpio de aceite y agua.

Las superficies arenadas deben ser tratadas, imprimadas o pintadas según se es especifique, el mismo día en que ellas hayan sido arenadas (preferiblemente dentro de las ocho horas antes de que se produzca cualquier traza de reoxidación visible) Las superficies limpias y arenadas que no hayan sido cubiertas antes de la formación de oxidación deben ser rearenadas antes de continuar con el trabajo.

Aplicación de la pintura

Los sistemas de pintado de alta resistencia son especialmente sensibles a una mala aplicación y puede fallar drásticamente, en forma aún más patética que un sistema de pintado convencional, que es mucho menos sensible a las variables de aplicación. Es por ello de vital importancia que las instrucciones de aplicación se cumplan en forma precisa, particularmente cuando se están aplicando recubrimientos caros y de alta exigencia.

Es posible que en un lugar este prohibida la aplicación de pinturas mediante pistola, debido a riesgo de incendios o daños potenciales, que se pudieran presentar en instalaciones próximas debido a la sobre pulverización. Un buen ejemplo de ello son las áreas de almacenamiento de productos. Otro aspecto importante son las condiciones climáticas imperantes para obtener buenos resultados. Debe evitarse pintar por debajo de 5°C sobre 35°C. Si la humedad relativa del aire se encuentra sobre los 80%, hay tiempo lluvioso o cuando la velocidad del viento éste sobre 30 Km/h o existe peligro de congelamiento, deben tomarse las precauciones para la aplicación de la pintura. Menos exigentes con respecto a estas condiciones son las pinturas reversibles de secamiento evaporativo, tales como los vinílicos y cauchos clorados, por cuanto ellas permiten ser aplicadas a temperaturas bajas.

La aplicación con brocha es un procedimiento ideal para áreas pequeñas, cantos o esquinas. La aplicación con rodillo es eficiente en superficies grandes relativamente planas. No obstante, el procedimiento más adecuado para grandes

superficies y que funciona igual de bien sobre superficies irregulares como sobre áreas lisas, es la aplicación de pistola. Como norma general la superficie debe estar completamente seca antes de proceder a pintar y debe encontrarse a una temperatura entre 5°C y 35°C.

Preparación de pinturas

Teniendo presente que las pinturas son mezclas de una parte sólida (pigmentos) y una parte líquida (resina y solventes), puede presentarse que, por diferencia de pesos específicos, durante períodos de almacenamiento prolongados, la parte pigmentaria, que es mucho más pesada que el vehículo, tienda a sedimentar y formar asentamientos duros en el fondo del envase. La parte líquida generalmente se separa y forma una capa en la superficie.

Puede, en algunos casos, incluso formar una nata, especialmente si el envase se encuentra medio lleno y se trata de pinturas sobre base aceite.

Es por este motivo de vital importancia que antes de proceder a la aplicación, la pintura se homogenice y se agite adecuadamente para formar una mezcla uniforme y pareja. Ello se obtiene dispersando el pigmento en el líquido moviendo todas las natas, grumos y partículas de mayor tamaño. Si la pintura fue almacenada a temperatura ambiente para la aplicación. Las pinturas de 2 o 3 componentes deben ser mezcladas cuidadosamente antes de su uso.

Mezcla

Las pinturas que han estado almacenadas por largo tiempo presentarán según el tipo, sedimentos más o menos importantes. Es por ello de extrema importancia que el contenido del envase se homogenice totalmente antes de proceder a la aplicación de la pintura, con el objeto de devolver sus cualidades y obtener la duración que se pretende lograr con ella.

Cuando deban reacondicionarse envases menores, (por ejemplo de ¼ hasta 5 galones) de una pintura que presenta sedimentación importante, se ofrece el siguiente consejo práctico:

1. Al abrir el recipiente se encontrará que está lleno hasta el borde. Una agitación en estas condiciones no es recomendable, por cuanto el contenido seguramente se derramará por encima del borde. Por ello se recomienda utilizar otro envase limpio al cual se traspasa aproximadamente las 2/3 partes del contenido.
2. Se mezcla prolijamente el material que ha quedado en el envase primitivo. Úsese una paleta adecuada, soltando todo el material de las paredes y del fondo del recipiente, revolviéndolo y disgregando los grumos contra las paredes del envase hasta que el contenido este totalmente homogéneo.
3. Mézclese prolijamente siguiendo un solo movimiento y luego prosiga con un movimiento hacia arriba y batidor.
4. Devuélvase, paulatinamente, al recipiente primitivo, el líquido separado, continuando la mezcla hasta completar totalmente el reacondicionamiento.
5. Es buena práctica también hacer lo que en inglés se denomina "Boxing", que consiste en trasvasiar, por lo menos unas 5 a 6 veces, el material de un envase a otro hasta que la pintura esté completamente suave y homogénea. Si es necesario aplicar pistola, se recomienda que la pintura se pase a través de un filtro o media para asegurar cualquier grumo que hubiese permanecido en la masa. Cuando se aplica mediante brocha este procedimiento puede obviarse.

Dilución

La pintura deberá o no diluirse y ello depende de las instrucciones del fabricante y de la forma de aplicarla, si es necesario diluir la pintura, asegurarse que ella se encuentre previamente bien mezclada y homogénea antes de agregar el diluyente.

Métodos de aplicación

La práctica habitual conoce 5 métodos de aplicación de pinturas:

- Aplicación con brocha.
- Aplicación con rodillo.
- Mitones.
- Aplicación con pistola.
- Inmersión.

La aplicación a pistola por pulverización es la más utilizada y uno de los métodos más rápidos para aplicar pintura. Los equipos de pulverización son, en general, equipos muy versátiles y existen en una serie de equipamientos y variedades:

- Equipo convencional.
- Equipo Airless.
- Pintado electrostático tanto convencional como Airless.
- Equipo de aplicación para 2 componentes.

Técnicas de pulverización

Los procedimientos de pintado por pulverización varían en algunas medidas dependiendo del equipo utilizado y del tipo de pintura. La siguiente descripción para equipo convencional de aire es en lo esencial, similar a todos.

Viscosidad de la pintura:

La viscosidad de la pintura deberá ajustarse solamente en caso necesario y seguir para ello las instrucciones del fabricante. Una dilución excesiva de la pintura resultara en más sobre pulverización, en escurrimiento, descolgamiento y espesor insuficiente de la pintura, a su vez en un mal recubrimiento y una protección inadecuada.
Presión de aire.

Siempre use la menor presión de aire posible que produzca el acabado deseado. Una presión excesiva aumentará la sobre- pulverización. Puede ser necesario aumentar la presión si la pintura es demasiado viscosa o si la manguera es demasiado angosta o es más larga que lo normal. Puede verificarse la cantidad de fluido que alimenta la pistola cortando el aire de atomización

y ajustando el volumen de pintura a modo de obtener la cantidad adecuada.

Técnicas de pintado

Para obtener un acabado satisfactorio y buen cubrimiento y que la pintura no escurra, mantenga la pistola a las siguientes distancias de la superficie:

Pistola convencional 6 a 8 pulgadas.
Pistola Airless 10 a 12 pulgadas.

Manteniendo la pistola demasiado cerca producirá un exceso de material en la superficie, lo que conducirá a escurrimiento, descuelgue e irregularidades en la película, debido a la turbulencia de aire. En caso que la pistola se mantenga demasiado distante, ello producirá un acabado polvoriento (sobre pulverización)

La pistola debe mantenerse en forma perpendicular a la superficie todo el tiempo y no debe arquearse. El arqueado de la pistola causará una superficie desuniforme debido a que hacia los extremos habrá menos pintura y habrá más pintura al centro de las pasadas. La pistola se desplaza sobre la superficie, gatillando se después de comenzar el movimiento y soltando el gatillo justo antes de terminarlo. Cuando se esté pintado un canto se debe mantener la pistola mirando el canto y luego repasar ambos costados. En esquinas o cantos internos, píntese cada lado en forma separada y finalmente, repase el canto. Siempre es conveniente pintar primero los cantos antes de pintar la totalidad de la superficie.

Cuando se están pintando grandes áreas comenzar siempre el trabajo en la parte alta y luego repasar traslapando capa pasada a modo de obtener una cobertura uniforme. Con pistola convencional ello normalmente un 50% y en el caso de Airless bastará que sea menos.

Espesor de la película

Para hacer un buen trabajo es necesario aplicar cada capa a un espesor de película húmeda recomendado por el fabricante. Se recomienda practicar en un sector determinado con el propósito de afinar la mano.

Controlar el espesor de la película húmeda, a medida a que el trabajo avanza, utilizando para ello un instrumento adecuado. Hágase cuando cada capa seca para verificar el espesor especificado.

Limpieza

Todas las herramientas de aplicación de pinturas y los equipos deben mantenerse rigurosamente limpias. La pintura seca en el equipo lo arruinará. Después de terminado el trabajo, elimínese el máximo de pintura posible.

Medidores de adherencia

Existen medidores que permiten la fuerza con que un recubrimiento se adhiere al sustrato; con esto de obtener un dato cuantitativo de la fuerza de adherencia por unidad de área del recubrimiento. Estos instrumentos emplean el método de tirón para medir la fuerza de levantamiento requerida para desprender del sustrato un área pequeña de recubrimiento que se va a evaluar.

La metodología consiste en sostener una pieza de enganche con adhesivo epóxico sobre el recubrimiento que se va evaluar, después de un día de curado, se corta el recubrimiento alrededor de la pieza y esta se engancha al instrumento medidor. Se aplica fuerza para desprender el recubrimiento y esta fuerza se mide por medio de la escala indicador. El indicador retiene el valor cuando la pieza con el recubrimiento se separa del sustrato.

El otro tipo de medición que se efectúa, a diferencia de los medidores, por medio de la fuerza de tirón, son los que utilizan cortes en el recubrimiento hasta llegar al sustrato y con cinta engomada aplicada sobre los cortes, la cual se despegue rápidamente con un solo movimiento. Estos métodos no reportan cantidad de fuerza de adherencia de la película al sustrato.

Son procedimientos concebidos para evaluar la adherencia de películas de recubrimientos en sustratos metálicos. El método A está destinado principalmente para usarse en sitios de trabajo mientras que el método B no se considera conveniente para películas de más de 5 mils de espesor.

Procedimiento de método A.

Se selecciona un área libre de imperfecciones, que esté limpia y seca. Se hacen dos cortes en la película de unos 40 mm de largo que se intersequen en el centro con un ángulo entre 30 y 45 grados, el corte debe llegar hasta el sustrato. Corte la película con un solo y firme movimiento hasta llegar al sustrato. Es importante que la cuchilla esté filosa. Use unos 75 mm de cinta adhesiva y coloque el centro de la cinta en la intersección de los cortes, a lo largo de los ángulos más pequeños, presione la cinta para tener una buena adhesión, espere un minuto y luego desprenda la cinta, tirando del extremo libre con un ángulo lo más cerca de los 180

Inspeccione el área de corte y evalúe de acuerdo a la siguiente escala:

5 A No hubo desprendimiento

4 A Trazas de desprendimiento o remoción en los cortes.

3 A Remoción en forma de sierra a lo largo de las incisiones de hasta 1.6 mm en cualquier lado.

1 A Remoción de la mayoría del área de la X debajo de la cinta.

0 A Remoción más allá del área de la X.

Procedimiento del método B de cortes en cruz.

Seleccione un área libre de imperfecciones, que esté en una base firme, con una buena iluminación y efectúe los cortes paralelos de la siguiente forma:

Para recubrimientos que tienen un espesor seco de hasta 2.0 mils, inclusive, distancie los cortes 1mm y haga 11 cortes a menos que se acuerde otra cosa.

Para recubrimientos que tienen un espesor seco entre 2 mils y 5 mils, distancie los cortes 2mm entre sí y haga seis cortes. Para películas de más de 5 mils, de espesor seco, use el método A.

Haga todos los cortes de 20mm de largo, corte las películas con un solo y firme movimiento hasta llegar al sustrato, luego sacuda los cortes con un cepillo de o tela suave para quitar las virutas de película. Es importante que la cuchilla esté filosa. Haga los cortes adicionales a 90° sobre los cortes originales, no pase la cuchilla por

un corte más de una vez, si no alcanzó el sustrato, debe repetir los cortes en otra zona.

Use unos 75mm de cinta adhesiva y coloque el centro de la cinta sobre la red y presiónela al colocar con la yema del dedo. Para asegurarse un buen contacto, friccione la cinta firmemente.

Deje transcurrir un minuto y remueva la cinta tirando del extremo libre rápidamente con un ángulo lo más cerca a los 180°.

Inspeccione el área de la red y evalúe aplicando la siguiente escala:

5B Los bordes de los cortes están intactos, no hubo desprendimientos.

4B Pequeñas escamas de recubrimiento se desprendieron en las intersecciones, está afectada un 5% del área.

3B Pequeñas escamas de recubrimiento se desprendieron a lo largo de los bordes y en la intersección de los cortes. El área afectada es de un 5 a un 15%.

2B El recubrimiento se ha escamado a lo largo de los bordes y en parte de los cuadros. El área afectada es de 15 a 35% de la red.

1B El recubrimiento se ha descamado a lo largo de los bordes de los cortes en forma de tiras largas, cuadros enteros se desprendieron. El área afectada es de un 35 a un 65% de la red.

0B Escamado y desprendimiento peor que el grado 1B.

Referencias, ASTM D 3359-83, ASTM D 4541-85.

Programa de entrega y transporte a la obra

La planificación de los trabajos en sitio, se debe realizar de una forma muy detallada. Una buena ejecución repercute directamente sobre los costos finales del proyecto. Y una buena programación de transportes genera una herramienta fundamental de una planificación eficiente.

Dentro de las consideraciones que se deben tener en cuenta son las dimensiones y pesos permitidos para el transporte por las carreteras. Por lo general, se transporta por medio de vehículos de carga pesada 22.5 toneladas como máximo, con plataformas de 2.44 metros de ancho, por 12 metros de largo, altura promedio de las carretas 1.50 metros, saliente trasero máximo 1.00 metros y altura permitida 3.80 metros.

La primera condición requerida para un buen desarrollo de los trabajos en sitio, es una correcta planificación de transporte, el cual se determinará de acuerdo con el suministro de los elementos y la sucesión de montaje. Entre las limitaciones se encuentran las dimensiones de las plataformas de los vehículos; las restricciones de peso y altura que exige la ley, dimensiones de las piezas, pesos y secciones máximas, seguridad, accesos a la obra, estado de las carreteras, distancias.

Un acomodo eficiente de las piezas y un buen planeamiento de transporte de entrega de las piezas según los requerimientos de construcción de la obra, pueden generar la disminución del uso de las horas grúa, ya que reduce las maniobras y los transportes internos de las piezas.

También permite un mayor aprovechamiento del área de trabajo, orden y limpieza, factores que pueden influir directamente sobre los costos generales del proyecto.

Con una buena organización, no es necesario descargar los materiales de la obra a pie, pues la grúa los puede tomar directamente de los camiones que los transportan y colocarlo en su sitio definitivo.

Para lo cual es importante contar con un desglose de las piezas según los requerimientos para la planificación del transporte de las piezas prefabricadas al sitio de construcción.

Grúas

La determinación del equipo requerido para el montaje de una obra prefabricada, será producto de tres factores principales muy importantes:

- Pesos máximos de piezas y distancias entre las descargas y el punto de colocación de los elementos.
- Espacio disponible para realizar maniobras del equipo de montaje y del transporte de los elementos y condiciones del mismo.
- Plazos de entrega de la obra y estrategia de montaje. Existen casos que requieren de la utilización de dos o más grúas para reducir los tiempos de montaje.

La herramienta fundamental para un buen aprovechamiento del equipo en obra será la planificación de la obra, coordinando de manera eficiente la producción de los elementos, la entrega en el sitio y el aprovechamiento de las paradas de las grúas.

Cada grúa cuenta con una tabla en la cual se detallan las especificaciones para el uso correcto de la misma. La planificación ideal para el montaje de los elementos que componen una Nave Industrial Prefabricada (Elementos de Concreto), en ellas se identifican las posiciones en que la grúa presenta el máximo aprovechamiento, durante la colocación de cada uno de los elementos.

Además, se explica gráficamente el desmolde en planta, almacenamiento en planta, almacenamiento y el transporte de cada uno de los elementos. (Ver Anexo)

Cerramiento perimetral

Dentro de los sistemas de cerramiento utilizados en naves industriales, encontramos con mucha acogida en el mercado, las fachadas tanto de concreto como las de paneles metálicos.

Los paneles de cerramientos de concreto también pueden producirse tanto con concreto armado vibrado (c.a.v.) como concreto armado pretensado. (c.a.p.)

La utilización de paneles de fachada y de cerramiento pueden ser de forma vertical como horizontal para cualquier tipo de estructuras. Se producen con diferentes tipos de acabados con superficie martelinada, lavada, contramoldeada, lisa, texturada, etc., ya sea con color integrado o concreto expuesto.

Todos los materiales cumplen con las especificaciones de la “American Society for Testing and Materials” (ASTM), el concreto reforzado de los elementos tienen una resistencia a la compresión a los 28 días de 350 Kg/cm^2 . El concreto pretensado tiene generalmente una resistencia a la tensión de 230 Kg/cm^2 . Aditivos expansivo del tipo “Grouting Aid”, “Grout Fluidifier” o similar, en el concreto de relleno de juntas, en proporción de 0.75% del peso del cemento. El acero de refuerzo es del tipo ASTM-A615 grado 60 a excepción de las varillas N° 2 que son de grado 40. El acero de preesfuerzo es de tipo ASTM-A416 grado 250 ó 270.

El sistema Constructivo “Multypanel” consta de paneles metálicos con aislamiento térmico para techos, muros, fachadas, cámaras de refrigeración o congelación y placas aislantes.

También existe Multytecho que es un panel compuesto por dos hojas de acero galvanizado y prepintado, con un núcleo de espuma rígida de

poliuretano, diseñado para techos. Cuenta con sistema de hembra-macho con fijación

oculta y cuenta con tapajuntas, la cual permite diseñar techos de bajas pendientes; además, cubre grandes claros con excelente resistencia estructural.

Además “Multymuro” que es una solución aislante prefabricada, compuesta por dos hojas de acero galvanizado y prepintado, con un núcleo de espuma rígida de poliuretano, que conforma un elemento tipo sándwich con diseño de junta tipo macho-hembra con fijación oculta. Dentro de las ventajas encontramos las siguientes: reduce la capacidad de equipos para aire acondicionado, y/o calefacción, así como el consumo de energía eléctrica; Ahorro en sistemas estructurales, cimentaciones y tiempo de instalación al ser fácil y rápido de instalar; ligero y duradero y de bajo mantenimiento; autoextinguible y antisísmico.

Procedimiento para la instalación de paredes

- Una vez concluida la etapa de colado de la losa se debe instalar el canal en la parte inferior en donde se alojará el panel.
- Realizada la actividad anterior y finalizada la colocación de la estructura para la fijación de los paneles, se inicia la actividad de colocación de los paneles, los cuales, por su peso, se pueden realizar de forma manual.
- Se realiza y se controla la unión entre paneles la cual es machihembrado.
- Se verifica la verticalidad y se realiza la fijación.

Procedimiento para la instalación de techos

- Hay que considerar la altura a la que se colocarán. Por lo general, se puede realizar por medios manuales y poleas, por otro lado, se izan por medio de grúas telescópicas.

- La colocación se debe realizar de la parte más baja hacia la más alta.
- Se realiza la unión y fijación a la estructura de los clavadores.
- Por último se realizan trabajos de sellado de juntas.

Losa de piso

Los pisos en la construcción de las naves industriales por lo general son actividades críticas, por lo que se debe prestar mucho cuidado tanto con la planificación como a la construcción de los mismos.

En este caso son pisos de alto desempeño como lo representan los pisos llamados súper planos, los cuales han tenido una gran aceptación en los inversionistas industriales quienes buscan requisitos básicos como, especificaciones de construcción de calidad mundial, calendarios restringidos de obra y al menor costo posible.

El sistema de pisos de alto desempeño combina productos de alto desempeño, una instalación cuidadosamente controlada y un mantenimiento simplificado. Además, representa una baja de costos, tanto en el mantenimiento de los pisos como en la limpieza.

Por ejemplo, se debe hacer preguntas para escoger el piso más apropiado para una aplicación en particular.

La planicidad del piso es un requisito necesario para procesos productivos, además el espacio para el acomodo de artículos se vuelve muy costoso por lo que se deben aprovechar a lo máximo, por ejemplo, en los "Racks" permite aprovechar las alturas máximas. La planicidad juega un papel muy importante porque los montacargas con diferencias entre los apoyos, podrían afectar negativamente sus maniobras. La estética es la prioridad. El propietario se beneficia de las propiedades reflectivas de la luz del piso para el mejoramiento del ambiente y optimizar los requerimientos de iluminación.

Factores de alta relevancia en la calidad de los pisos

Planicidad: Factor de medición números F_t

Nivelación : Factor de medición números F_l

Definición de planicidad

La planicidad es una característica física, entendible como el apego a una horizontalidad que debe medirse a cada 30 cms de distancia, suavidad vs brincoteo. Se puede medir para un tráfico lineal F_{min} , normalmente aquí estamos hablando de los pisos superplanos, y la medición de estos pisos deberá ser realizada con un perfiló grafo, el cual deberá indicarnos por medio de una gráfica de alta sensibilidad cualquier desviación de la horizontalidad. Para tráficos aleatorios F_t , normalmente aquí estamos hablando de pisos de tráficos multidireccionales y la medición de estos pisos se realiza con un perfiló grafo más sencillo y deberá obtener resultados aceptables promediando el total de ensayos.

Definición de nivelación

La nivelación es una característica física, entendible como el apego a una horizontalidad que deberá medirse a cada 300 cms de distancia, nivel con respecto al plano general de la obra. Se puede medir para un tráfico lineal F_{min} , normalmente aquí estamos hablando de los pisos superplanos, y la medición de estos pisos deberá ser realizada con un perfiló grafo, el cual deberá indicarnos por medio de una gráfica de alta sensibilidad cualquier desviación de la horizontalidad. Para tráficos aleatorios F_l , normalmente aquí estamos hablando de pisos de tráficos multidireccionales y la medición de estos pisos se realiza con un perfiló grafo más sencillo y deberá obtener resultados aceptables promediando el total de ensayos.

Tolerancias de planicidad y horizontalidad de los pisos

Las tolerancias de las superficies de un piso han sido estructuradas con bases en la depresión máxima permisible respecto a una regla de 3 metros, colocada en cualquier parte sobre el piso. Aunque tal especificación en apariencia parece correcta, en la práctica ha conducido a grandes conflictos relacionados con la aceptabilidad de la superficie de los pisos y todas las variantes de tolerancia (3mm en 3mtrs) ha sido particularmente conflictivas, ya que todas ellas requieren superficies más planas que las que se pueden obtener con los procedimientos convencionales de construcción.

El método de usar un escantillón de 3 metros puede utilizarse también para medir la uniformidad de un piso. Con este método se obtienen resultados menos definitivos, el escantillón libre, sin nivelar, se debe colocar en cualquier punto de la losa, 72 horas después del colado el concreto.

Ahora se recomienda tanto los requisitos de horizontalidad como los de planicidad con números de perfil del piso. Se requieren dos números F independientes para definir la superficie del peor perfil aceptable del piso. F_F define la curvatura máxima del piso, permisible en 60cm, calculada sobre la base de diferencias de elevación sucesiva en 30cm. F_F se conoce normalmente como él “ **número F de planicidad**” o “Flatness”.

$$F_F = \frac{4.57}{(*)}$$

(*) Diferencia máxima de elevación, en décimas de pulgadss, entre diferencias sucesivas de elevación en 30 cm.

F_L define la correspondencia relativa de la superficie del piso al plano horizontal, medida en una distancia de 3.05 m. F_L se conoce normalmente como él “número F de horizontalidad” o “levelness”.

$$F_L = \frac{12.5}{(*)}$$

(*) Máxima diferencia de elevación, en décimas de pulgadas entre dos puntos con una separación de 3.05 m.

Este par de números F siempre se expresa como F_F/F_L . En teoría, la escala de números F de planicidad y horizontalidad va de cero hasta infinito. En la práctica, los valores de F_F/F_L caen por lo general entre 12 y 45. La escala es lineal, de modo que los valores relativos de uniformidad y nivelación de dos pisos distintos estarán en proporción exacta con la relación de los números F. define la correspondencia relativa de la superficie del piso al plano horizontal, medida en una distancia de 3.05m. F_L se conoce normalmente como él “ número F de horizontalidad” o “levelness”.

Por ejemplo, un piso de F_F 30/ F_L 24 tiene el doble de uniformidad y nivelación que un piso F_F 15/ F_L 12.

Para determinar los números F característicos de un piso, se emplean procedimientos de muestreo estadístico. Los del perfil se pueden obtener utilizando un instrumento con capacidad de medir elevaciones de punto al centro de 30 centímetros, como un nivel óptico, calibradores, un perfiló grafo de pisos o un instrumento manual para determinar el perfil de pisos con lectura digital. En la norma ASTM E 155 “ Método estándar para determinar la planicidad y la horizontalidad de pisos con el sistema de números F (en pulgadas y libras)” se establece que se debe indicar los números F_F/F_L mínimos. Estos representan la planicidad y la horizontalidad mínimas que deben presentar todas las secciones individuales del piso y, por lo general, no se establecen por debajo del 50% de los números F_F/F_L requeridos. Los valores mínimos de F_F/F_L nunca deben ser menores de FF 13/ FL 10, dado que estos valores representan los peores resultados locales que pueden esperarse con cualquier método de construcción de pisos de concreto.

Clasificaciones de F_F/F_L :

Clasificación de la calidad del acabado de la losa	Mínimo F_F/F_L Número Requerido		Método de Escantillón de 10 pies (3m)
Convectional	Flatness F_F	Levelness F_L	
Flota	15	13	13mm
Codal	20	15	8mm
Helicóptero	30	20	5mm
Sueper Flat	50	30	3mm

Clasificación de pisos (ACI)

Clase	Tipo de Tráfico esperado	Uso	Consideraciones especiales	Acabado Final
1	Peatonal ligero	Superficies residenciales principalmente con recubrimientos de piso	Pendientes para drenajes; niveles apropiados de losa para aplicación de recubrimientos; curados.	Allanado simple
2	Peatonal	Oficinas o Iglesias: comúnmente con recubrimiento de piso decorativo	Tolerancias de superficie (incluyendo losas elevadas) agregados antiderrapantes en determinadas áreas. Agregados minerales coloreados; agregados duros o expuestos; juntas artísticas.	Allanado simple; acabado antiderrapante cuando se requiera.
3	Peatonal y rodaje de	Andadores	Pendientes para drenajes;	Aplanado, allanado

	neumáticos	Exteriores, calzadas, pisos de garajes, banquetas	contenido adecuado de aire, curado.	o acabado con escoba.
4	Peatonal y Tráfico Vehicular ligero	Institucional o comercial.	Nivel de losa aceptable para aplicar recubrimientos, agregados antiderrapante para áreas específicas y curado.	Acabado intenso con llana metálica.
5	Tráfico vehicular industrial, ruedas neumáticos.	Pisos de servicio industrial ligero.	Subrasante buena y uniforme; tolerancias de superficie; tipo de juntas, resistencias a la abrasión, curado.	Acabado intenso con llana metálica.
6	Tráfico vehicular industrial, ruedas duras	Fabricación, procesado almacenaje	Subrasante buena y uniforme; tolerancias de superficie; tipo de juntas, transferencia de carga resistencias a la abrasión, curado.	Agregados metálicos o minerales especiales; acabados intenso repetido con llana metálica.
7	Tráfico vehicular industrial, ruedas duras	Pisos de dos capas ligadas sujetos a tráficos pesado e impacto.	Losa base, subrasante buena y uniforme, refuerzo, tipo de junta de superficie nivelada; curado. Coronamiento. Compuesto en su totalidad de agregados bien graduados metálicos o minerales aplicados a una superficie superior de alta resistencia endurecida; tolerancias de superficie, curado.	Limpia y apropiada textura superficial para la adherencia de la capa subsiguiente de coronamiento. Acabado especial con allanado mecánico con pasadas repetidas de llana metálica.
8	Como los de las clases 4,5y6	Capa superior no ligada. Pisos de frigoríficas con	Rompedores de adherencia en superficie viejas; refuerzo con mallas; espesor de 3	Acabado intenso con llana metálica.

		aislamiento en pisos viejos o donde el programa de construcción lo exija.	pulgadas (nominal 7.5mm) mínimo, resistencia a la abrasión y curado.	
9	Superplanos o cuando se requiera tolerancias críticas de superficie. Vehículos que manejan materiales especiales o robots que requieren tolerancias especiales	Pasillos agostos, andaderas, andenes de almacenes, estudios de televisión.	Requisitos de variación en la calidad de concreto. No se usan endurecedores por cernidos a menos que se empleen procedimientos de aplicación especiales con mucho cuidado. Arreglo adecuado de juntas FL 35 a FL 125 (FL 100 es un piso superplano)	Síganse estrictamente las técnicas de acabado como lo indican en la sección 7.15.

Piso plano: importancia

Un piso plano es importante por lo siguiente:

- Menos fricción y por ende menos desgaste de la superficie del piso.
- Mayor Suavidad de operación de montacargas.
- Mayor velocidad de operación de montacargas.
- Características indispensables en la operación de montacargas robotizados o de alto rendimiento.
- Estas características de planicidad esta especificada en la mayoría de los contratos de construcción, es parte fundamental y deberá de cumplirse o se podrán aplicar sanciones económicas importantes.
- Mejora la estabilidad de estanterías para almacenamiento de productos

Acciones que afectan la nivelación

Estas se enumeran seguidamente:

- Un procedimiento inadecuado al momento de enrazado es la colocación deficiente de las fronteras si se utilizan métodos convencionales, los asentamientos del concreto en su estado plástico.
- Una supervisión deficiente a la hora de correr los niveles generales.
- Utilizar sistemas o herramientas obsoletas o deficientes, terrecerías deficientes y frágiles, que no soportan adecuadamente los firmes del concreto o que presenten expansiones plásticas.

Factores que afectan la planicidad

Estos son:

- Procedimientos deficientes de acabado principalmente a la hora del floteado o de allanado y la deficiente utilización de las herramientas de corrección tales como los fratachos de aluminio o aviones de planchar.

- La aplicación manual o a boleo de los endurecedores superficiales pueden provocar ondulaciones críticas, así como las condiciones climatológicas en donde persisten condiciones adversas (calor, viento, baja humedad relativa)
- Un mal diseño de mezcla del concreto, en donde no se respeten los tiempos de entrega establecidos pueden provocar las temidas juntas frías en la obra.

Tabla de tolerancias con los números FF y FL

Tolerancias para el acabado de la losa de acuerdo con la clase de piso (ACI 117).

Mínimo Número FF/FL Requerido				Clasificación de la calidad del acabado de la losa.	Desviación Máxima con el Método escantillón de 3m (10 pies)*
Número F Especificado		Mínimo Número F Local			
Flatnees FF	Levelnees FL	Flatnees FF	Levelnees FL		
15	13	13	10	Convencional Flota	13mm
20	15	15	10	Codal	8mm
30	20	15	10	Helicóptero	5mm
50	30	25	15	Super Flat	3mm

*No existe una correlación numérica entre los números F y la desviación del escantillón (codal) de 3m.

Clasificación de los pisos

Pisos monolíticos de una sola colada.
Pisos de dos capas.
Pisos sujetos a cambios térmicos rápidos o de gran magnitud.
Pisos para aplicaciones espaciales.

Tipos de acabados

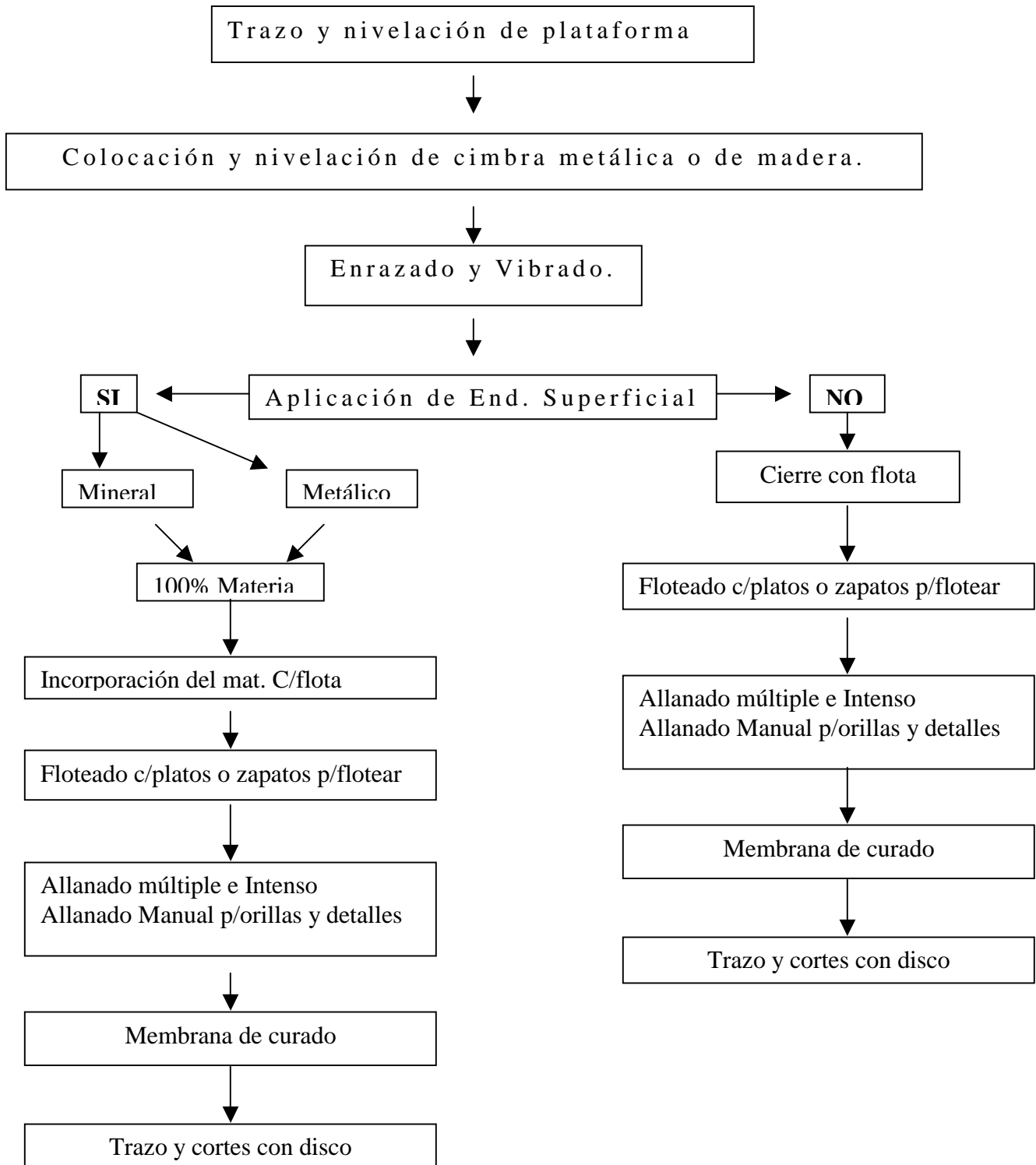
Codal: cuya superficie es totalmente áspera.
Flota: de acabado de finura tipo medio.
Helicóptero: con un acabado totalmente fino (lujada)
Escobón: en que la superficie es rayada para crear una textura lineal.

Guía para la construcción de pisos de calidad (súper planos)

Consideraciones Básicas:

- Junta Previa entre el constructor y la planta concretera.
- Trazo y nivelación.
- Colocación de encofrado.
- Guías metálicas al espaciamiento requerido.
- Vaciado de concreto.
- Enrasado y vibrado de concreto.
- Colocación de endurecedor superficial.
- Pulido integral

Procedimientos básicos para la obtención de pisos de calidad



Trazo y nivelación de la plataforma

Es muy importante la preparación de la base donde se colocará el concreto del piso, el cual debe ser lo más nivelado posible para no incurrir en gastos por una mala conformación. Es importante contar con el equipo adecuado para el levantamiento, construcción y chequeo de la base. Ver tipo de clasificación en el Anexo.

Fabricación y mezclado del concreto

En cuanto a la fabricación, los factores más importantes que afectan a las propiedades del concreto fresco son:

- La calibración de báscula y de dispositivos para medir el agua y los aditivos.
- El operador de la báscula.
- Las condiciones internas de la mezcladora, limpia, sin costras, paletas completas y en buen estado.
- El operador del auto-mezcladora (chofer), apoyo en el mantenimiento rutinario de su unidad y su responsabilidad en relación con el agua y el mezclado.
- Tiempo y velocidad de mezclado. En breve, 70-100 revoluciones, a unas 15 vueltas por minuto, incluyendo la agitación a baja velocidad no más de 300 vueltas. Importante; uniformidad.

Transportación del concreto y tiempo transcurrido

Los factores importantes que afectan el concreto fresco incluyen:

Localización de la planta, respecto a la obra a la cual se suministra el concreto.

Condición y color de la mezcladora: limpia, sin costras, paletas en buen estado, colores claros reflejan el calor de la radiación solar, los oscuros los absorben.

En caso de transportar en vagonetas, los factores más importantes son: limpieza de la góndola, distancia de la obra y condición del camino.

Velocidad de agitación y número total de vueltas del trompo. Uniformidad.

Tiempo transcurrido, desde que entraron en contacto el agua y el cemento en la planta; las propiedades del concreto fresco varían con el tiempo transcurrido, principalmente por la hidratación del cemento, la temperatura y la condición material.

Temperatura y condiciones ambientales

Los efectos de la temperatura en el concreto fresco se explican a continuación:

- Al aumentar la temperatura ambiental, el concreto requiere más agua para alcanzar el mismo revenimiento. Pierde trabajabilidad más rápidamente y se acelera el fraguado, provocando dificultades en la etapa de acabado de las superficies; también es causa de juntas frías y agrietamiento en los concretos. Algo similar ocurre cuando aumenta la temperatura del concreto.
- Si disminuye la temperatura ambiental; se necesita menos agua en el concreto para un revenimiento dado. Conserva por más tiempo la trabajabilidad del concreto y se prolonga el tiempo de fraguado, afectando algunas actividades de acabado del concreto y en casos extremos hasta el desencofrado, por el retraso en el desarrollo de la resistencia. Los efectos del calor de hidratación del cemento contrarrestan parcialmente la influencia de las bajas temperaturas en el concreto. (Ver gráfica 1.1 anexo).

Distribución y compactación del concreto en el sitio de colado

Los factores del concreto fresco en colados a tipo directo que deben cuidarse son:

- Altura de caída, para evitar segregación.
- Limpieza del tramo, para no contaminar el concreto (tierra, agua, grasa, madera, papel, etc.)
- Colocación adecuada, para minimizar segregación.
- Distribución cuidadosa del concreto en las zonas que tienen más acero de refuerzo, buscando no segregar el concreto.
- Si la descarga es en banda, se deben cuidar además los siguientes factores principales:
 - Limpieza de la banda.
 - Diseño de transferencia: no-segregación

Al apoyarse en canaletas para distribuir el concreto, los siguientes factores afectan el concreto fresco:

- Diseño y limpieza de canaletas; lisas, traslapes, etc.
- Altura de caída.
- Protección contra el sol, agua, viento.

Cuando las descargas del concreto son en una tolva, desde donde se traslada mediante bombeo, deben tomarse en cuenta:

- Diseño de tolva y limpieza de equipo.

En concreto fresco, el efecto fundamental que se debe considerar en la actividad de distribución, es la SEGREGACIÓN.

Servicios de Bombeo de Concretos en nuestro mercado

Bomba estacionaria

Las tuberías que se utilizan en este tipo de sistema son de 3 metros de longitud por 10 cm de diámetro.

- Capacidad máxima 54 m³ por hora.
- Longitud máxima de bombeo 229 metros.
- Altura máxima de bombeo 76 metros.

Bomba Telescópica

- Capacidad máxima 90 m³ por hora.
- Alcance vertical 32 metros.
- Alcance Horizontal 28 metros.
- Alcance Profundidad 21 metros.

Consideraciones en obra:

- Los caminos de acceso deben ser firmes y libres de obstáculos. En la posición de trabajo debe haber suficiente espacio para extender los apoyos de la bomba y la maniobra de las auto mezcladoras.
- Debe mantenerse una distancia de seguridad suficiente para los apoyos de las bombas respecto a excavaciones, taludes, tuberías superficiales, líneas eléctricas y obstáculos diversos.
- La fuerza de cada apoyo se transmiten cónicamente bajo un ángulo de 45° y la distancia a mantener esta en función del tipo de suelo.
- Sobre terreno inestable o excavado la distancia de seguridad debe ser el doble de la profundidad de la excavación.
- Sobre suelo normal y firme, la distancia de seguridad debe ser igual a la profundidad de la fosa.

Distancias de líneas eléctricas deben ser mayores de 5 metros y cuando se presentan de alta tensión deben usarse equipo estacionario.

Colocado y nivelación de la formaleta

Antes de la colocación del concreto se deben colocar las formaletas metálicas y /o madera, la instalación de pasa juntas. La nivelación de las guías se realiza con métodos láser de alta precisión.

Dentro de las juntas encontramos las siguientes:

- Juntas de control.
- Juntas de construcción.
- Juntas de expansión.
- Juntas de aislamiento.

Juntas de control

Son juntas que se cortan con discos de punta de diamante a ¼ del espesor del piso.

Juntas de construcción

Se utiliza cimbra machihembrada, el uso de pasadores de acero o el uso de nueva tecnología en transferencia de cargas “Diamond Plates” diseñados por el Ing. Jerry Holland.

Juntas de expansión

Separación de elementos con algún material aislante.

- Columna-piso
- Muros-pisos
- Instalaciones Espaciales-pisos

Juntas de aislamiento

Se utilizan para aislar elementos de la chorrea. La forma adecuada de aislar una columna (ver anexo gráfica 1.1)

Enrazado y Vibrado

Por lo general el concreto se coloca directamente. Uno de los métodos utilizados es por medio de un codal vibratorio, para finalmente darle el acabado y tolerancias solicitadas. Hoy en día la utilización de tecnología de punta en la construcción de pisos industriales (láser Screed) es capaz de doblar la producción de colocado, rapidez y brinda mejores resultados; es el que se detalla a continuación:

Láser Screed sobresale en la colocación de grandes áreas y proyectos de tipo fast-track. El equipo móvil completo puede colocar cerca de 15 m² de concreto por minuto moviéndose fácilmente alrededor de los obstáculos en la obra y la utilización de guías perimetrales cuando coloca losas de alta calidad.

Esta maquina con alta capacidad de enrazamiento requiere equipos para el acabado superficial de mayor o igual capacidad, es por eso que se deben tener en consideración las allanadoras mecánicas conocidas como *helicópteros* de doble aspa o también llamadas *ride on*, que permiten obtener rendimientos superiores.

Posee un sistema de *quartz* que permite tener control automatizado y preciso de las labores ejecutadas en menor tiempo. Razón por lo cual el trabajo se realiza con gran precisión, calidad y puntualidad.

El cuerpo enrasador compacta el concreto para remover el aire englobado y reducir los vacíos a lo largo del espesor del piso. Esta operación rinde la matriz más densa y minimiza otros problemas relacionados con los asentamientos plásticos como el rajado y la regularidad de las tolerancias. Se puede notar las diferentes formas de colocado. (Ver anexo)

Ficha técnica Láser Screed

Dimensiones

Ancho: 2,3m. (posición de transporte)

Largo: 3,43m. Con el brazo retraído.

Altura máxima: 2,52m

Peso: 5 Toneladas.

Largo del brazo: 6,10m.

Colocación de endurecedor de superficie

Muy a menudo, los pisos de concreto están expuestos a esfuerzos de abrasión e impacto que pueden desgastarlos y dañarlos. En pisos industriales por ejemplo, el paso de montacargas y golpe de objetos pesados que se dejen caer son comunes.

Una forma de aumentar la vida útil del concreto y reducir costos de mantenimiento es mediante el uso de endurecedores de pisos, los cuales están diseñados para absorber impactos puntuales y distribuirlos en la superficie más grande.

Los endurecedores de piso aumentan la resistencia a la abrasión y al impacto, incrementa la durabilidad y la dureza del concreto y dan un color uniforme. Además dan mayor densidad a la superficie, lo cual aumenta la resistencia al agua, aceites y químicos, y ayuda a crear una superficie antipolvo.

Existen diferentes tipos de endurecedores, pero básicamente se pueden catalogar en metálicos o no-metálicos. Los endurecedores no-metálicos se pueden utilizar en pisos industriales, comerciales y residenciales. Se utilizan en escalones, rampas, aceras, pavimentos, parqueos y otras zonas de alto tráfico. También en zonas de tráfico excesivamente pesado tales como plataformas, muelles, áreas de equipo pesado y rampas para camiones.

Los endurecedores metálicos se usan principalmente en áreas sujetas a impacto. Las propiedades de las limaduras de metal permiten absorber golpes y evitar fracturas y destrucción del concreto.

Los endurecedores metálicos tienen mayor resistencia que los no-metálicos, pero tienen algunos inconvenientes. Son conductores de electricidad y presentan corrosión, lo cual los hace poco convenientes en ciertas aplicaciones.

Un endurecedor debe permanecer en la superficie de concreto, sitio donde se necesita alta resistencia al impacto y a la abrasión. Los endurecedores de piso se deben colocar cuando el concreto soporta el peso de una persona, pero aún está fresco, ya que esta mezcla cementicia deben incorporarse a la superficie del concreto y hacerse parte de la misma el momento de la colocación del endurecedor es crítico. Una colocación temprana, sobre un concreto muy fresco hará que el agregado que el agregado de cuarzo (que brinda la protección contra la abrasión) se hunda y no quede superficial.

Por lo general se espera a que el agua de sangrado desaparezca para empezar el proceso de colocación, se pasa una flota para “abrir” el poro. Esto ayuda a que el endurecedor se hidrate luego con el agua que exuda el concreto. Después de colocado se vuelve a pasar una flota, la cual “cierra” el poro y ayuda al proceso de curado al evitar la evaporación del agua de la mezcla.

La colocación del endurecedor debe realizarse de modo que este cubra todas las áreas uniformemente, lo más recomendable es por medio de una dosificadora, y sino manualmente; además chequear y verificar la cantidad.

Floteado y pulido del concreto

Como se mencionó anteriormente el equipo de floteado y pulido debe ser de mayor capacidad o igual, al equipo de colocación del concreto por lo general se utilizan allanadoras mecánicas conocidas como “helicópteros”.

Curado del concreto

¿Porqué es tan importante el curado del concreto? Un curado inapropiado puede fácilmente disminuir la resistencia del mejor concreto hasta en un 50%. Curado significa simplemente mantener el agua en el concreto donde pueda hacer el trabajo al combinarse químicamente con el cemento para que se transforme en un material ligante duro que ayude a desarrollar un concreto resistente y durable. Buen curado significa mantener el concreto húmedo y a 21°C hasta que el concreto sea lo suficientemente resistente para hacer su trabajo. La práctica recomendada es un curado mínimo de 7 días para una temperatura ambiente de 4°C, o durante el tiempo necesario para obtener el 70% de la resistencia de la compresión o flexión especificado la cual usualmente de muy baja, cualquiera de los dos períodos que sea menor.

Todo concreto debe curarse para obtener la máxima resistencia. El concreto curado correctamente es mejor desde el punto de vista de que se contrae menos, se agrieta menos y desprende menos polvo. Es más fuerte, más durable y tiene más resistencia al desgaste superficial.

El curado del concreto debe iniciarse tan pronto como sea posible después de que haya endurecido, debe evitarse el secado prematuro especialmente en condiciones de clima cálido y en presencia de mucho viento, si no el concreto no desarrollará su calidad potencial total. Refiérase al comité ACI 305R “concreto en climas cálidos”.

Resultados de un curado apropiado

Concreto más durable: un concreto bien curado significa menos poros y grietas donde el agua puede penetrar, expandirse y agrietar el concreto. La inclusión de aire contribuye hacer concretos más durables pero su uso debe acompañarse de un curado apropiado.

Concreto más resistente a la abrasión: Concreto bien curado (28 días de curado) desarrollará una resistencia a la abrasión superficial dos veces superior a la de una superficie que ha sido curada durante solamente 3 días. El curado apropiado evita la formación de polvo y significa menos fisuraciones, grietas y desconchamiento del concreto en conclusión mientras mejor sea el curado, mejor será el concreto.

Sistemas de curado:

- Inmersión o inundación.
- Cubiertas húmedas.
- Papel húmedo.
- Polietileno.
- Compuestos de membrana química.
- Vapor.
- Rocío o neblina.
- Cubiertas aislantes.

Métodos de curado

Compuestos curadores de membrana.

Es el método preferido (más práctico) para el sellado de la humedad del concreto. Son más fáciles de aplicar con rociador, rodillo o brocha y bajos en costos, generalmente se requiere de una sola aplicación, para trabajos en superficies horizontales cubre el compuesto de curado seco con papel de construcción o láminas de polietileno para proteger la superficie de manchas que puedan ocasionar otros grupos trabajando sobre el piso hasta que el curado se haya completado. Si se usa un compuesto curador de membrana, se debe estar seguro que cumple con los requerimientos de retención de humedad de ASTM C309 a la tasa de cubrimiento especificada.

Rociado de agua. Es un buen método de curado pero solo si el concreto se mantiene continuamente húmedo, **el permitir que la superficie del concreto entre rociados puede provocar fisuramientos de la superficie y agrietamiento del piso.**

Papel impermeable de curado. Mantiene la humedad del concreto previniendo la evaporación. Primero se aplica el agua a la superficie del concreto, después se cubre con papel impermeable que no manche, solape los bordes y séllelos con cinta adhesiva impermeable. Este método es aceptable en pisos, pero es práctico para paredes, superficies irregulares o pisos de concreto coloreado.

Trapos húmedos. Alguna vez fue un método efectivo de curado, ahora bien los trapos deben lavarse y estar libres de cualquier sustancia extraña que pueda manchar o dañar el concreto. También los trapos húmedos pueden estar duros y pueden ser difíciles de utilizar en áreas grandes. Una vez que el trapo húmedo ha sido colocado sobre la superficie este debe mantenerse húmedo con agua para compensar la pérdida de agua a través de la evaporación, no debe usarse en pisos metálicos o coloreados.

Otros métodos incluyen. La utilización de membranas plásticas que son completamente impermeables, ligeras en peso y fáciles de manejar. Proporcionan una buena protección durante el curado, debe mantenerse especial cuidado para asegurar que estas láminas estén planas sobre la superficie, si no pueden resultar manchas. La tierra húmeda, arena y paja también son recomendables pero sus usos deben estar limitados a situaciones de emergencia. La tierra y la arena son muy engorrosas y difíciles de manejar y limpiar. La paja se seca rápidamente, puede volar y puede ser un peligro de incendio. Ninguno de estos métodos deben usarse en pisos metálicos o coloreados.

Trazo y corte de juntas

Antes de la colada, es muy importante tener marcas de donde se deben realizar los cortes correspondientes, con esto prevenimos la aparición de fisuras aleatorias. El corte de las juntas se debe realizar con el concreto aún

“verde” aplicando la tecnología Soff-Cut o con sierra convencional. La cual es de $\frac{1}{4}$ del espesor de la losa.

Desventajas de las juntas de construcción

Al no tener una transferencia de carga adecuada, deberá de emplear pasadores de acero, platos en forma de diamante o junta candado (con llave) Es donde se presentan el mayor alabeo, haciendo de esta la junta más débil de todas.

Mayor número de reparaciones por el deterioro y daño en las juntas, por el tráfico de montacargas.

Desventajas de las juntas de control (aserradas)

El uso de montacargas modernos ya sea que tenga las ruedas duras y pequeñas deteriora y despostilla esta junta.

También aquí se presenta el alabeo aunque en menor grado que en las juntas de construcción.

Normalmente hay que rellenarlas con un elastómero adecuado. Esta operación deberá realizarse 30 días después de aserradas las juntas, que es cuando se considera que ya abrieron lo suficiente.

Estándares relacionados con el concreto y la construcción de pisos

Los muestreos, hechuras, curados y pruebas de resistencia a la compresión deben de ser acuerdo con la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales, ASTM o su equivalente.

ASTM C-31 Curado de las muestras de concreto.

ASTM C-39 Pruebas de compresión.

ASTM C-94 Pruebas al mismo tiempo, concretera e ingeniero.

ASTM C-301 Responsabilidad de resistencias.

ASTM C-318 Especificaciones de concretos estructurales.

ASTM C-309 Especificaciones para compuestos de curado para concreto líquidos que forman membranas.

ASTM C-348 Resistencia a la flexión.

ASTM C-672 Resistencia al desconchamiento.

ASTM C-779 Resistencia a la abrasión.

ASTM C-1151 Evaluación del curado del concreto.

Procedimiento

1. Se deberán utilizar los planos y especificaciones para lograr lo siguiente;
 - Tabular las condiciones específicas para cada losa, incluye las tolerancias
 - Elaborar un plano de sectorización para la chorrea. Esto de acuerdo al programa general de la obra y pensando en las necesidades del cliente y el avance de las actividades que dependen de la losa de piso
 - Establecer el programa de chorreas, con las fechas en que se deben de ejecutar en cada sector
 - Establecer un plan de inspección que incluya;
 - Cuando hacer la inspección
 - Variables a inspeccionar
 - Método de inspección
 - Responsable de la inspección
 - Tabulación de los datos generados por la inspección
2. Se revisará la base, la armadura y las guías de manera que cumpla con lo siguiente:
 - La base deberá de estar lista para el colado, nivelada y libre de contaminación
 - El acero de refuerzo deberá de haberse colocado según planos y especificaciones (distribución y tipo de varilla) y colocado según el trazo indicado en el plano de juntas de piso
 - Las guías deberán de estar colocadas de acuerdo con los planos y especificaciones
3. Si todo lo anterior se cumple se procede a colar la losa
4. Se debe recibir el concreto verificando lo siguiente:
 - El marchamo del camión que entrega no debe mostrar alteraciones
 - Los datos en la guía de entrega correspondan al concreto que se requiere según especificaciones
 - La hora de carga del camión no deberá ser mayor a dos horas antes de la hora a la que se está entregando el concreto, salvo con aditivos especiales.
 - Asegurarse de que en el momento de la chorrea se cuente con personal capacitado para llevar a cabo las pruebas de revenimiento (el personal deberá ser de alguna de las empresas nacionales que trabajan en esta área)
5. Se supervisará la colocación del concreto según el programa de chorreas y el plano de sectorización de la losa.
6. Se supervisarán los acabados en fresco, el corte de las juntas de control y el curado de la losa según las condiciones especificadas para la misma.
7. Se colocará el sello de juntas según planos y especificaciones.
8. Se hará una última revisión para asegurar que la losa cumpla con las especificaciones requeridas para la misma.
9. Si todo es correcto se recibe la obra, sino se indican las correcciones que deben hacerse.
10. Una vez hechas las correcciones y cumpliendo con las especificaciones indicadas para la losa se podrá recibir la obra.

Programa de trabajo

Para cualquier tipo de proyecto, en donde se necesite pasar de un estado real a un estado deseado, es necesario un programa de trabajo que refleje, de la mejor forma, todos los pasos que se tienen que dar para lograr alcanzar el objetivo. Como es de pensar, la construcción no escapa de esa realidad y más bien es en ella donde un programa de trabajo se vuelve sumamente útil para lograr alcanzar aquella meta.

Para un profesional el programa de trabajo, más que un puñado de hojas donde se describen actividades y tiempos de ejecución, debe ser una poderosa herramienta que le permita comparar el trabajo realizado contra lo planificado, lograr detectar retrasos en las actividades en el momento justo, para poder plantear estrategias de recuperación con el fin de alcanzar las metas propuestas, obtener información con el fin de analizarla y comprender por qué determinada actividad se llevó a cabo en menor o mayor tiempo del previsto. Además, el programa de trabajo le da la seguridad de que el proyecto, en términos de avance, está siendo bien administrado.

Como se puede notar, el programa de trabajo es realmente una herramienta formidable siempre y cuando se elabore con información correcta y más aún si es actualizado y controlado en forma permanente. Se debe entender que el programa es como un ser vivo, todos los días se mueve, se transforma y ante todo comunica en una manera gráfica la realidad del proyecto.

Hoy existe software especializado en este tipo de funciones, el cual es realmente accesible tanto en costo como en conocimiento para operarlo. Ejemplos de ello son el MS Project de Microsoft y el Sure Track de Primavera, los cuales cumplen con un gran número de opciones que permiten al profesional moderno conocer en todo momento el estado de la obra.

Un punto sumamente importante a mencionar es que el programa responde a la información con la cual se ejecuta, lo que significa que, para realizar un buen programa de trabajo, es necesario, además, de contar con información correcta, tener bien definido la estrategia constructiva del proyecto, siendo ésta la que nos la dirección para la confección del mismo.

Un buen programa de trabajo deberá cumplir y sustentarse en los siguientes requisitos;

1. Requisitos
 - Planear las actividades que se ejecutarán para el proyecto.
 - Coordinar a los responsables de ejecutar las actividades.
 - Controlar el avance del proyecto.
 - En caso de retrasos implementar medidas correctivas a tiempo para el cumplimiento de los plazos.
 - Dejar documentado el avance del proyecto.
 - Comunicar el planeamiento y avance a clientes, inspectores, ingenieros, subcontratistas, etc.
2. Deberán definirse los siguientes parámetros;
 - Fecha de inicio del proyecto
 - Duración del proyecto
 - Fecha de terminación del proyecto
 - Los hitos o fechas relevantes que pueden

ser establecidos por el cliente o que sean actividades importantes (se recomienda que los hitos se separen entre sí al menos aproximadamente un 25% del tiempo total del proyecto)

- Calendario con los feriados
- Jornada laboral

3. Las actividades deberán agruparse por especialidad (Arquitectónica, Civil, Mecánica, Eléctrica, etc.)
4. El diagrama de barras deberá mostrar la ruta crítica
5. El programa deberá ser revisado en conjunto con los subcontratistas con el objetivo de no dejar por fuera ninguna actividad importante para el proyecto o darle a las actividades tiempos incoherentes para su ejecución
6. El programa deberá ser aprobado por el cliente. En caso de que esté no este de acuerdo se deberá reprogramar (siempre y cuando sea posible) para satisfacer las necesidades del mismo
7. Una vez aprobado será comunicado a los subcontratistas.
8. Se comenzará a dar seguimiento al programa por medio de inspecciones de campo y con reportes de avance que los subcontratistas deberán presentar una vez por semana.
9. Si existieran retrasos en los trabajos, el subcontratista involucrado deberá presentar un plan de recuperación.

La programación es un concepto mucho más amplio que la construcción y seguimiento de una red CPM "Critical Path Method". Es proceso de planeamiento que involucra la definición de una estrategia y un conjunto de tácticas, que responden a las preguntas cómo, cuándo, quién. Es decir, es la definición de la forma de utilizar los recursos de la empresa.

La programación involucra la planeación y asignación de las actividades y los recursos en una unidad de tiempo, considerando los insumos del proyecto.

Un administrador exitoso es aquel que logra ejecutar los proyectos que se le asignan dentro de los plazos requeridos, a un costo igual o menor al presupuestado y con la calidad especificada. Todo bajo un marco de seguridad para las personas que laboran en el proyecto.

Métodos comunes de programación

- Diagrama de barras.
- Método de la ruta crítica.
- Método PERT (uso de probabilidades)
- Gráficos de cadena de tiempo.

Usualmente, la tarea más urgente no es la más importante.

Administración de materiales

Administración de los materiales en obra

La administración de los materiales se entiende como el proceso de minimizar el inventario de materiales y de proveer los materiales requeridos al mejor precio y en el momento oportuno, con el objeto de mantener el nivel de servicio deseado a un mínimo costo.

La administración de los materiales incluye la responsabilidad de planificación, adquirir, almacenar, administrar y controlar los materiales, junto con la utilización óptima del personal, instalaciones y capital para proveer un servicio oportuno y de acuerdo con los objetivos organizacionales.

La administración de los materiales es un proceso permanente a lo largo de todas las etapas del proyecto de construcción. El grado de éxito de cualquier proyecto es en gran medida dependiente del aprovisionamiento de equipos y materiales y otros elementos apropiados y que cumplan con la calidad especificada para la obra. Por otro lado, el manejo y control apropiados de los materiales y su disponibilidad para la ejecución de los trabajos tiene un impacto positivo sobre la producción de la obra.

Las principales razones de importancia en la administración de materiales, son:

1. Normalmente los materiales comprenden la mayor parte de los costos de un proyecto de construcción.
2. La inversión en materiales y repuestos es considerable, y la administración eficiente de los inventarios pueden contribuir significativamente a las utilidades de una empresa.
3. La adquisición de los materiales puede afectar en forma importante al programa de un proyecto, porque si un material no llega a tiempo puede significar un atraso para la obra o parte de ella.
4. El gasto en materiales debe planificarse de modo que se pueda optimizar el uso de los fondos, evitando gastos financieros innecesarios.

La administración eficiente de los materiales requiere la cooperación de mucha gente que participa en el proyecto de construcción. Para que el avance de la obra sea sostenido, todas las funciones y actividades de la administración de materiales debe establecer y asignarse en forma precisa. En general, el planificador del proyecto y el ingeniero administrador de la obra tienen importantes responsabilidades en la administración de los materiales. En obras de pequeña y, algunas veces de mediana envergadura, estos dos roles son desempeñados por una sola persona.

Los materiales requeridos para una obra pueden ser divididos en:

- Materias primas (madera, acero, ladrillos, cemento, etc.)
- Componentes (tornillos, cables, etc.)
- Materiales en proceso (moldajes, prefabricados, etc.)
- Productos terminados (tuberías, perfiles de acero, equipos, etc.)
- Insumos (combustibles, brocas, etc.)

La planificación de los materiales requiere una cantidad apreciable de información necesaria para una correcta ejecución de esta función. Entre los ítemes de información necesarios se encuentran los siguientes:

Definición del proyecto.

- Obras a construir.
- Ubicación del proyecto.
- Obras / instalaciones existentes.

Responsabilidades.

- Rol del dueño.
- División de las responsabilidades.
- Organización.

Consideraciones generales.

- Objetivos de plazo.
- Restricciones financieras.
- Restricciones de adquisición de materiales.

Consideraciones de prefabricación.

- Costo de mano de obra en sitio.
- Ubicación y acceso del sitio.
- Restricciones de mano de obra.
- Restricciones o limitación de espacio.
- Restricciones climáticas.
- Restricciones de seguridad.

Consideraciones de costo y programa.

- Programa de ingeniería.
- Eventos críticos.
- Programas de construcción.

La planificación de los materiales es realizada normalmente en tres etapas:

1. Etapa previa a la propuesta y/o de factibilidad.
2. Etapa posterior a la adjudicación y/o de planificación.
3. Etapa de construcción.

Las dos primeras etapas son de responsabilidad de la oficina central, y en algunos casos tienden a fundirse en una sola cuando el mandante y el constructor son un solo ente común. La tercera etapa forma parte del proceso productivo de la obra y es por lo tanto, manejada por el administrador de dicho proceso.

Durante la etapa previa a la propuesta, se desarrollan las siguientes actividades relacionadas con la administración de materiales:

1. División de proyectos en actividades.
2. Listas generales de materiales, indicando el tipo, cantidad y calidad de acuerdo con los planos y especificaciones preliminares.
3. Estimar las fechas requeridas de despacho de los materiales, y en especial de aquellos que necesitan de un tiempo considerable de anticipación del pedido.
4. Preparar programas preliminares de la adquisición de materiales, con la información disponible a estas alturas.

En esta etapa es importante definir ciertos elementos que también tienen una incidencia en los recursos requeridos y en los costos involucrados, tales como:

- Instalaciones físicas; áreas de almacenamiento, bodegas, etc.
- Materiales a movilizar; peso, tamaño y cantidades.
- Secuencia de las operaciones de movilización de los materiales y flujo en la obra.
- Métodos y medios de movilización; uso de equipos e instalaciones.

Durante los estudios de factibilidad y/o precios de un proyecto es necesario analizar varias

alternativas lo más exactas posible. Esto incluye un análisis del tipo de material a usar, su disponibilidad en el mercado nacional o local, su costo y otras características que sean relevantes. Además, se deberán considerar aspectos tales como problemas que se pueden presentar en el despacho y transporte de los materiales.

Una vez que el proyecto ha sido adjudicado, es necesario preocuparse de un conjunto de actividades relacionadas con la administración de materiales:

1. Actualizar el programa preliminar de adquisiciones y detallarlo convenientemente.
2. Proceder a adquirir aquellos elementos que requieran de un período largo para su arribo a la obra (importaciones, fabricación, etc.)
3. Coordinar y programar los contratos para prefabricados en caso de que los haya.
4. Ubicar y determinar el tamaño de las áreas de acopio de materiales y de su bodegaje.
5. Establecer los procedimientos para el proceso de adquisición de materiales en caso de que no existan en la empresa o que los existentes no sean apropiados para el proyecto en cuestión.

Finalmente, ya comenzada la construcción, y a nivel de la administración de la obra, es necesario cumplir varias funciones de administración de los materiales.

A continuación se entrega una lista general de las actividades de un proyecto de gran envergadura, a partir de la cual, y simplificando, es posible derivar las tareas que debieran cumplirse para proyectos medianos y pequeños. La lista de actividades se divide en tres categorías, como sigue:

A. Planificación de materiales

1. Aprobación del programa de despacho de materiales a la obra y ajustes según avance actual de la obra.
2. Confección de listas de materiales y programas de despacho a la obra de los

materiales producto de modificaciones o aumentos de obra.

3. Revisión de la distribución de la instalación de faenas para reducir el movimiento de los materiales.
4. Coordinación de la operación de los equipos de manejo de materiales para optimizar su utilización.

B. Control de calidad de los materiales.

1. Aprobación técnica de los materiales recibidos.
2. Inspección de la calidad de los materiales recibidos.
3. Verificar el cumplimiento de condiciones especiales de almacenamiento para ciertos materiales.
4. Proponer materiales alternativos en caso de que se acaben los materiales requeridos.
5. Introducir materiales que ofrezcan una mejor utilización, costo o facilidad de colocación, y que satisfagan las especificaciones.
6. Cumplir con las especificaciones y manuales de uso de los materiales.

C. Coordinación con la oficina central.

1. Realizar un seguimiento y control de los elementos que requieren un tiempo considerable, desde su pedido, para llegar a la obra.
2. Revisar las políticas de inventario de los materiales de las actividades que están en el camino crítico del proyecto.
3. Revisar las prioridades de adquisición y despacho de los materiales, de acuerdo con las modificaciones en el programa de construcción.
4. Tener los pedidos de materiales hechos, con la suficiente anticipación al comienzo de las operaciones que los ocupan.
5. Desarrollar una comunicación efectiva entre la obra, y la administración de materiales en la oficina central.

Los materiales de importación ocupan un lugar sumamente importante para un proyecto de nave

industrial, y para cualquier tipo de proyecto en donde estén involucradas las importaciones. Muchos se preguntarán por qué, la respuesta es sencilla, si no hay materiales no se puede hacer nada, el proyecto queda en un punto muerto en donde no se puede avanzar, por ejemplo, si el proyecto necesita un tipo especial de techo y este es de importación y tarda el fabricante 12 semanas en entregarlo (estos son tiempos reales) cuál sería el impacto si dicho material se retrasara 2 semanas en llegar al país, lo más grave sería que la chorrea de la losa de piso no se podría hacer en la fecha programada lo cual generaría una cadena de retrasos en el resto de las actividades dando como resultado un impacto considerable en la fecha de entrega del proyecto.

Obviamente esto afectaría el factor económico debido a las multas que se generarían por el lapso de tiempo de más que se necesita para terminar los trabajos.

En vista de la importancia de dicho apartado en el proyecto, es necesario que se le dé un seguimiento constante y exhausto para poder tener la seguridad de que los materiales van a estar en el momento en que se les necesite.

Los atrasos se pueden generar por un sin fin de situaciones como son: las aduanas, los tiempos de entrega de los fabricantes, el transporte marítimo, etc..

Pero las situaciones que conllevan a todo esto, por lo general, son acciones que podemos vigilar de cerca y que en la mayoría de los casos no lo hacemos.

A continuación se describe una serie de pasos a seguir para lograr tener conocimiento en todo momento del material o equipo que se está importando:

1. Colocar la orden de compra por lo menos con dos semanas de colchón (por ejemplo si el proveedor entrega en seis semanas, poner la orden de compra con 9 semanas de anticipación a la fecha en que se va a necesitar el material, seis semanas de fabricación, una por atrasos en la aduana y dos de colchón en caso de alguna eventualidad)

2. Verificar que el proveedor la haya recibido y ponga el pedido al fabricante (esto último en caso de ser un intermediario)
3. Obtener los datos del proveedor, números de teléfono, fax, correo electrónico, contacto y cualquier otra información que sea útil para estar en permanente comunicación.
4. Contactarse al menos una vez por semana con el proveedor para verificar el estado de la mercadería
5. Estar chequeando constantemente las fechas de arribo de la mercadería y compararlas con las fechas en que se va a necesitar en proyecto, esto con el fin de poder prever alguna eventualidad.
6. Contactar a una buena agencia de aduanas para que se encargue del desalmacenaje. Si el proyecto se encuentra en alguna zona franca se le debe dar mucha importancia ya que el proceso de desalmacenaje y aduanas para zona franca es un poco más complicado de lo normal.
7. Asegurarse de recibir de parte del proveedor (si la compra implica que el proveedor entrega en aduanas) el conocimiento de embarque (BL, Bil Landing), o la guía aérea (Air Way Bil) junto con las facturas comerciales, ya que sin estos documentos no se puede llevar a cabo ningún trámite de aduanas.
8. Es aconsejable llevar una matriz, en la que se tabule y se le dé seguimiento a todos los materiales del proyecto.

Siguiendo estos pasos es sumamente difícil que en el proyecto se vayan a presentar problemas por el motivo de llegadas tardías de materiales. Sin embargo, este aspecto es un campo que normalmente está fuera del total control que sí se tiene con otro tipo de situaciones y actividades, por lo que se insiste en darle un seguimiento exhaustivo a este rubro.

Control de costos

Una vez iniciada la construcción, se debe diseñar un sistema de control de costos del proyecto. Este proceso debe ser constante de modo que, se pueda saber los costos reales con los estimados y saber con qué eficiencia están lográndose la utilidad estimada o tomar las medidas correctivas a tiempo. Es una de las actividades del ciclo de Planificación-Ejecución-Control.

Las etapas de seguimiento y control forman parte de la administración de cualquier proceso constructivo y, por lo tanto, también de la construcción. Los objetivos del seguimiento y del control son básicamente los siguientes:

1. Verificar que la ejecución de los trabajos se estén realizando de acuerdo con lo planificado y especificado. (eficiencia en la gestión)
2. Tomar acciones que permitan superar las deficiencias, o ajustar la planificación a condiciones actuales diferentes a las supuestas inicialmente.

A los objetivos anteriores es necesario agregar un tercero, que debe ser la esencia del rol de un administrador a nivel operacional: aumentar la productividad y la calidad, a través del mejoramiento continuo de la eficiencia y la efectividad en la ejecución de las operaciones de construcción. Entendemos como eficiencia: se le utiliza para dar cuenta del uso de los recursos o cumplimiento de actividades.

Efectividad: es la relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos; medir grado de cumplimiento de los objetivos planificados.
Eficacia: valora el impacto l

logrado para satisfacer las necesidades del cliente.

El concepto más ligado a la eficiencia y a la efectividad. Sin dejar del todo la posibilidad de poder alcanzar la eficacia, es decir lograr lo planteado y satisfacer las necesidades del cliente, ya que en un adecuado control de costos le permite a la administración del proyecto realizar un adecuado uso de los recursos.

Para llevar a cabo la evaluación y control de un proceso, es necesario contar con la retroalimentación en cantidad y calidad suficiente, y además oportuna, que permita a la persona que debe tomar las decisiones, una percepción de la realidad.

En general, en una obra se cuenta con dos tipos de información:

Formal:

Informes de costos.
Informes de avance.

Informales:

Recorridos de la obra.
Reuniones.
Preguntas.

Sin embargo, los métodos formales presentan algunas limitaciones importantes:

1. No muestran deficiencias o ausencia de planes, programas, instrucciones, materiales, herramientas, equipos o espacios de trabajo adecuado.
2. La información que entrega puede ser distorsionada con el objetivo de ocultar

errores y presentar buenas noticias a la administración superior.

3. No establece claramente las responsabilidades individuales por cumplimiento correcto o incorrecto.
4. Enfatizan la atención sobre ciertos ítemes que sobrepasan el presupuesto, olvidando que aquellos que están bien, pueden ofrecer grandes posibilidades de ahorro.

Al igual que la información formal, la de tipo informal también presenta algunos problemas:

1. Distorsiones para ocultar errores o para dar buenas noticias a los ejecutivos superiores.
2. Canales de comunicación inadecuados.
3. Administración superior incapaz o desinteresada en recibir mensajes o comunicarse hacia abajo en la jerarquía.

Se han creado o adaptado herramientas particulares de obtención de información con el objetivo de evaluar y controlar la gestión de una obra a nivel operacional y para la búsqueda de mejoras o innovaciones en los métodos de trabajo usados. Las principales herramientas son:

Informes de control.

- Informe de costos
- Informes de avance
- Informes de productividad
- Informes de calidad

Informes sobre métodos y procedimientos

- Cuestionarios
- Muestras de trabajo
- Cartas de proceso / planificación
- Técnicas de observación
- Círculos de calidad

Sistemas informales.

- Observación directa
- Reuniones informales
- Pregunta a los trabajadores

En el primer caso, la información obtenida permite evaluar la eficiencia de la administración, y descubrir áreas problemáticas sobre las cuales actuar para anular dichos aspectos negativos. En el segundo caso, la información está orientada al mejoramiento de los métodos de trabajo actualmente en uso y/o al desarrollo de nuevas técnicas de construcción. La información de

evaluación de la administración o gestión, generalmente, ofrece oportunidades de mejoramiento de métodos y el desarrollo de nuevas técnicas, están comprendidos dentro del concepto de estudio de trabajo.

Finalmente, los sistemas informales son de gran eficiencia para obtener información de forma directa y simple, por lo que debieran ser los que inician un proceso de mejoramiento de la productividad en obra.

Una vez que se esté ejecutando una actividad, es importantísimo verificar que esta sea realizada de la forma más eficiente posible. La información de evaluación y control normalmente consiste en informes de costos y avance, comparando lo real con lo originalmente planificado y presupuestado. Entre las variables están materiales, mano de obra, maquinaria y equipo, costos indirectos, etc.

Comparación avance-materiales, avance-mano de obra, avance-maquinaria:

- Establecer el peso específico de las actividades por costo y no por tiempo.
- Clasificarlos en ABC.
- Decidir el alcance: todos, AB, o solo A.
- Determinar el cuadro de avance.
- Determinar el monto de pago.
- Determinar los inventarios.
- Estimar actividades no concluidas.

Con el valor de los materiales determinar el grado de ejecutoria, es decir, calcular el porcentaje de consumo de materiales del gran total de este rubro. Comparar los porcentajes de avance obtenido (Actividades completas + Incompletas)

En adición a los problemas ya planteados, esta práctica presenta las siguientes debilidades:

1. Se enfatiza el control de costo, asumiendo que las estimaciones iniciales son correctas. En la realidad casi siempre existen desviaciones importantes.
2. Lo anterior lleva a los administradores a preocuparse de lograr las estimaciones iniciales, en vez de buscar minimizar costos y/o maximizar la productividad.
3. Existe un desfase importante de tiempo entre la ejecución de los trabajos y el momento en que el informe de costos o

de avance está disponible para el uso como herramienta de análisis.

Es así, entonces, como se ha hecho necesario buscar formas más apropiadas de evaluar la eficiencia de la mano de obra, y dado que los costos, parámetro relevante de una obra, representan utilización de recursos. Lo más importante es determinar la forma en que se está utilizando dichos recursos. Para ello y para llevar a cabo el control de los métodos y procedimientos de trabajo en el sitio, se dispone de un conjunto de herramientas.

de obra, ya que es él quien normalmente fija el ritmo de trabajo. También, y dependiendo del tipo de obra y los métodos de trabajo usados, pueden ser de gran importancia saber qué ocurre con equipos y materiales relevantes.

En adición a los problemas ya planteados, esta práctica presenta las siguientes debilidades:

- Se enfatizan el control de costos, asumiéndose que las estimaciones iniciales son correctas. En la realidad casi siempre existen desviaciones importantes.

Lo anterior lleva a los administradores a preocuparse de lograr las estimaciones iniciales, en vez de buscar minimizar costos y/o maximizar la productividad.

- Existe un desfase importante de tiempo entre la ejecución de los trabajos y el momento en que el informe de costos o de avance está disponible para su uso como herramienta de análisis.

Los objetivos básicos de las herramientas de control de métodos y procedimientos, son los siguientes:

- Detección de pérdidas en la ejecución del proceso de construcción.
- Identificación de las áreas donde se producen las pérdidas y sus causas.
- Cuantificar la magnitud de las pérdidas.
- Entregar información para la toma de decisiones oportunas.
- Usar la información obtenida como base de medición de mejoramientos.

A nivel operacional, el recurso más import

Es así, entonces, como se ha hecho necesario formas más apropiadas de evaluar la eficiencia de la administración de una obra, y dado que los costos, parámetro relevante de una obra, representan utilización de recursos, lo más importante es determinar la forma en que se están utilizando dichos recursos. Para ello y para llevar a cabo el control de los métodos y procedimientos de trabajo en sitio, se dispone de un conjunto de herramientas.

Los objetivos básicos de las herramientas de control de métodos y procedimientos, son los siguientes:

- Detección de pérdidas en la ejecución del proceso de construcción.
- Identificación de las áreas donde se producen las pérdidas y sus causas.
- Cuantificar la magnitud de las pérdidas.
- Entregar información para la toma de decisiones oportunas.
- Usar la información obtenida como base de medición de mejoramiento.

Gestión de calidad

Es un hecho bastante común que al término de los proyectos de construcción, cuando se inspecciona la obra terminada, esta inspección de cómo resultado una lista de defectos. Esta lista de defectos, que solo incluyen los detectados, reflejan problemas de calidad que presentan las obras ejecutadas por el contratista.

La situación que se genera debido a esta realidad, no es beneficiosa para nadie, lo que en caso extremo puede resultar en un atraso considerable. Además de colocar al contratista en una situación incomoda, lo obliga a tener que mantener recursos comprometidos en la obra, que podrían estar en otros proyectos, en la mayoría de los casos absorbe costos de las reparaciones de los defectos detectados.

La existencia de muchos defectos en una obra terminada es una situación negativa que puede derivar en resentimientos entre las partes, en los casos en que resulta difícil señalar las situaciones, las responsabilidades por los errores; es costosa en tiempo, dinero y malas relaciones y, finalmente, puede crear un deterioro en la relación dueño-contratista-diseñador.

Para evitar todas estas consecuencias negativas, es necesario incorporar en los proyectos de construcción, la gestión de calidad, la cual tiene como objetivo lograr la calidad en todos los ámbitos del funcionamiento de una empresa y, en especial, en sus productos y servicios.

Los principales conceptos asociados a la gestión de calidad total, son los siguientes:

1. La gestión de calidad es crucial para la sobre vivencia de una empresa y merece la atención y compromiso de la administración superior.
2. La principal responsabilidad sobre la calidad debe recaer en aquellos que

realizan el trabajo. El control por inspección es de valor limitado.

3. Para que los grupos de producción acepten la responsabilidad por la calidad, la administración debe establecer sistemas para el control y verificación del trabajo, y debe educar a la fuerza laboral en su aplicación.
4. Los de educación y capacitación para la calidad y cualquier otro costo que se deba incurrir, será recuperado muchas veces por medio de una mayor producción, menos pérdidas, una mejor calidad de productos y mayores utilidades.

Definición de calidad

Existen varias definiciones de calidad. Entre ellas se puede plantear las siguientes, que destacan diversos aspectos del problema de la calidad (MacDonald y Piggot, 1993):

- Cumplimiento de los requerimientos (Philip Crosby)
- La totalidad de las propiedades y características de un producto o servicio que tiene relación con su aptitud para satisfacer las necesidades manifiestas o implícitas (British Standard 4778, ISO 9000)
- Adecuabilidad para el uso (Joseph Juran)
- Calidad es el resultado de la constancia en los propósitos y de un continuo mejoramiento de los productos y los servicios que se ofrecen. Calidad es una característica del trabajo de cada uno.

Normas y estándares

Para poder implementar un sistema de aseguramiento y control de calidad, se requiere contar con estándares y normas.

Estos deben proporcionar la guía necesaria para establecer un modelo de aseguramiento y control de la calidad para un proyecto determinado. La misión del plan es proveer las herramientas y procedimientos para que la ejecución de los trabajos pueda ser asegurada y controlada.

Tanto en EE.UU. como en Europa y Japón, se han desarrollado estándares especiales que tratan el tema de Aseguramiento y Control de la Calidad, siendo las normas ISO (International Standards Organization) de la serie 9000.

ISO 9000	Normas de gestión de calidad y aseguramiento de calidad- Guía para la selección y uso.
ISO 9001	Sistema de calidad-Modelo de aseguramiento de la calidad en el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio.
ISO 9002	Sistema de calidad-Modelo de aseguramiento de la calidad en la producción e instalación.
ISO 9003	Sistemas de calidad-Modelo de aseguramiento de la calidad en la inspección y ensayos finales.
ISO 9004	Gestión de calidad y elementos del sistema de calidad-Guías.

Gestión de calidad en la construcción

En la construcción, el problema de calidad se ha manejado preferentemente a través de los sistemas de inspección. Lamentablemente, al igual que en otros sectores, la inspección no ha aportado resultados positivos como mecanismo para lograr el aseguramiento de la calidad de los proyectos. La inspección se orienta principalmente en detectar problemas, no a prevenirlos.

Es por ello que la calidad debe prevenirse, es decir se debe trabajar para lograrla desde el primer día en que se da inicio el proyecto. Para ello, se requiere la participación de todos los que trabajan en el proyecto, volviendo sobre los detalles en caso necesario para lograr la calidad

y no descansar en la inspección post-construcción. También se requiere crear una atmósfera cooperativa en el proyecto, en que todos se ayuden mutuamente para resolver los problemas, reducir pérdidas y mejoramiento de los procesos y operaciones de construcción.

La idea es desmenuzar los procesos de construcción a diferentes niveles de agregación, comenzando en el ámbito de proyecto, e identificando los diferentes factores y subfactores que tienen influencia en el resultado o producto final. Se deben analizar estos factores con el objeto de identificar aquellos que tienen mayor influencia en el resultado del proceso. Posteriormente, se pueden establecer las acciones necesarias para evitar las situaciones negativas para que puedan producir en los factores críticos, asegurando de este modo, el objetivo perseguido para el proceso.

Seguridad ocupacional

En cualquier proyecto constructivo la seguridad no es una prioridad, debe ser uno de los valores fundamentales y como tal, no debe cambiar bajo ninguna circunstancia. Ningún proyecto por grande o costoso que sea justifica la lesión o muerte de alguno de los trabajadores que en él laboran.

El objetivo de este capítulo es establecer los Principios Fundamentales en que se basan las prácticas y procedimientos de Seguridad Ocupacional, de manera que se asegure el derecho inalienable de los trabajadores a un ambiente sano y libre de incidentes y accidentes.

Describir un poco lo que debería de ser una estructura de normalización en Seguridad Ocupacional para proyectos constructivos.

Alcance

La normalización en Seguridad Ocupacional se establece para que cada Gerente de Proyecto, Ingeniero Residente, Maestro de Obras o Administrador de un Proyecto, pueda contar con una guía para garantizar la seguridad del proyecto. Todos los involucrados deben usarla para la planificación de la obra, el entrenamiento básico de los empleados y como referencia para la ejecución de trabajos específicos.

La normalización en los proyectos no pretende cubrir todas las condiciones de un proyecto de construcción, ni intenta ser un programa exhaustivo de entrenamiento. Los elementos más importantes en la prevención de

accidentes y de lesiones son: el reconocimiento, el entendimiento y el control

de los peligros acoplados con el uso del sentido común y de una excelente actitud hacia la seguridad.

Las prácticas y procedimientos de Seguridad Ocupacional deberán ser de cumplimiento obligatorio para todos los trabajadores en una construcción.

La Gerencia del proyecto deberá promover la aplicación de esta normativa entre los clientes, consultores e inspectores, subcontratistas directos del cliente; que entiendan respeten y cumplan las normas de seguridad según les corresponda.

Además, visitantes ocasionales de la obra deben cumplir las normas que correspondan para su ingreso al proyecto.

En el caso de que existan diferencias entre las normas de la empresa y las del cliente (si este tuviera normativa), se aplicará siempre la norma más estricta.

Contenido

1. Objetivos fundamentales

Los objetivos en Seguridad Ocupacional son:

- Promover y mantener el mayor grado de bienestar físico, mental y social de todos los trabajadores.
- Eliminar todo el daño causado a la salud de los trabajadores por las condiciones de trabajo.
- Proteger a los trabajadores contra los riesgos resultantes de la

existencia de agentes nocivos a la salud.

- Mantener al trabajador con todas sus aptitudes fisiológicas y psicológicas.
- Adaptar el trabajo al hombre y cada hombre a su trabajo

a. Políticas generales

Para lograr los objetivos se establecen las siguientes políticas

- Orden y limpieza. Mantener el orden y la limpieza en las construcciones como requisito básico para establecer el programa de Seguridad Ocupacional.
- Capacitación. Tener una inducción y capacitación constante de todos los trabajadores, indicándoles claramente los riesgos existentes y los procedimientos seguros para su trabajo.
- Instructores de Seguridad. Definir y mantener una estructura definida de encargados de seguridad en cada proyecto, con un mínimo instructor de seguridad por cada 50 trabajadores.
- Equipo de Protección Personal. Generalizar el uso de la protección personal de acuerdo con lo establecido en estas normas de acuerdo al trabajo específico.
- Planificación. Planificar previamente todas las actividades a realizar desde el punto de vista de seguridad.
- Equipo de Seguridad Común. Utilizar los equipos de protección común.
- Señalización. Señalizar adecuadamente los riesgos del proyecto
- Reconocimiento. Reconocer a los trabajadores y empresas subcontratistas por su desempeño en pro de lograr un ambiente libre de incidentes y accidentes.
- Amonestación. Amonestar a los empleados o empresas que después de un entendimiento de las normas y procedimientos no las cumplan.

2. Estructura de la normalización en Seguridad Ocupacional

La normalización de Seguridad Ocupacional deberá estar estructurada, a nivel documental, en varios niveles, a partir de la presente Normativa de Seguridad Ocupacional.

La Normativa de Seguridad Ocupacional constituye el primer documento donde se definen los Principios Fundamentales de la misma, así como sus objetivos dentro de las empresas.

La normativa de Seguridad Ocupacional describe de manera general, la forma como están definidas y establecidas cada una de las fases que se deben contemplar dentro de los proyectos de construcción.

Las fases que se contemplan dentro de la norma incluyen los siguientes temas:

- GE-Generales
- IC-Inducción y Capacitación
- EP-Equipo de Protección Personal
- RS-Reuniones de seguridad
- MA-Manejo de Eventos y Accidentes
- SÑ- Señalización
- RE-Reconocimiento
- SA-Multas y Sanciones
- TE-Trabajos Específicos:
 - Instalaciones Provisionales
 - Maquinaria
 - Trabajos de altura
 - Seguridad de excavaciones
 - Seguridad en movimientos de tierras
 - Manejo seguro de químicos

Para cada una de estos temas o actividades se han establecido documentos que dirigen la aplicación de los principios fundamentales

Para un mayor detalle de dichas actividades, existen procedimientos, los cuales a la vez refieren el uso de instructivos de trabajo, estándares, y formularios.

En la construcción hoy en día, en que se ha aumentado el grado de especialización de los trabajadores, estos últimos se vuelven extremadamente valiosos para las empresas

debido al tiempo requerido para lograr formar un equipo competente. Esto se hace más crítico en ciertas especializaciones, como los operadores de equipos de grúas. Los costos directos tales como equipo dañado, materiales inutilizados, pérdida de tiempo productivo, y los efectos indirectos de la pérdida de personas y capacitación de sus reemplazantes, tiempos administrativos para investigar, publicidad negativa para la empresa y los efectos psicológicos en los otros trabajadores y sus familias debido a los accidentes, son consideraciones adicionales, que hacen que la prevención de accidentes sea un elemento de particular importancia para las empresas constructoras.

Existen cinco variables globales que influyen sobre el balance o equilibrio del sistema de seguridad. Si una de estas variables es deficiente, el sistema completo está desbalanceado. Cada uno de estas variables comprenden una serie de factores que determinan lo efectivo que es una variable en particular, dentro del contexto global. La descripción de las variables es la siguiente:

Ambiente de trabajo: corresponde a los factores tales como las actitudes del ingeniero a cargo, el jefe de la obra, de los capataces y del propio trabajador (clima humano)

Condiciones de trabajo: Peligros o riesgos propios del tipo de trabajo realizado. Además, comprenden los peligros para la salud que presentan la metodología de trabajos, los materiales usados y la localización geográfica de la obra.

Elementos de seguridad: Es una variedad que mide cuán bien y completamente son resguardos los trabajadores en áreas o situaciones peligrosas, mediante la utilización de elementos de seguridad.

Protecciones: Considera los aparatos de protección personal tales como cascos, chalecos, lentes, zapatos y cinturones de seguridad, tapones de oído, máscaras antigases, etc.

El trabajador: Toma en cuenta su interacción con el sistema, lo que incluye factores tales como sus hábitos, creencias, impresiones, nivel

educacional y cultural, actitudes sociales, y características físicas.

Los obreros de las construcciones por lo general reciben poca o ninguna instrucción sobre seguridad o riesgos, y cuando la reciben, esto es poco satisfactorio debido a:

1. Instrucción de baja calidad.
2. Los materiales utilizados para la construcción son insuficientes.
3. Falta de comprensión y/o interés por parte los trabajadores.
4. Una herramienta eficaz para mejorar el nivel de instrucción del personal son las reuniones periódicas de seguridad que se pueden realizar al inicio o término de las jornadas diarias de trabajo, con una duración de 5 o 10 minutos. Estas instrucciones pueden ser realizadas por el jefe de obra o por un capataz y deben abordar, principalmente aspectos relevantes de la seguridad asociadas a las faenas que se estén realizando o se van a realizar.

En general las actitudes de los trabajadores en relación con los conceptos de seguridad dependen del nivel de instrucción sobre el tema que este posee. Sin embargo, aún en aquellos bien instruidos se encuentran ciertas actitudes que son negativas para la seguridad, como lo son:

1. Considerar que asumir riesgos y sufrir lesiones menores es parte del trabajo en la construcción.
2. Muchas veces no reconocen la presencia de peligro y, por lo tanto, no se preocupan de estar alertas y preparados para tomar las decisiones necesarias o adecuadas para evitar los accidentes.
3. Lamentablemente, algunos se creen "superhombres" y piensan que a ellos nada les puede pasar.

En este sentido, la instrucción puede jugar un papel conveniente cuando crea conciencia en los trabajadores de lo importante que es ser responsables en el trabajo, protegiéndose primero a sí mismos, como también al resto del personal y por ultimo, cooperando apropiadamente con la seguridad general de la obra.

Las condiciones ambientales del lugar de ejecución de la obra, puede tener un efecto un efecto adverso en la comodidad, productividad, seguridad y salud de los trabajadores. La magnitud de este efecto depende de la magnitud de la aberración ambiental. Los principales riesgos para la salud, derivan de los siguientes factores ambientales:

1. El polvo.
2. El calor.
3. El ruido.
4. Sustancias Tóxicas.

Para establecer un programa de seguridad efectivo se debe considerarse los siguientes factores básicos:

1. Se debe tener una recopilación realista de registros y estadísticas relacionadas con problemas y programas de seguridad de la empresa.
2. Desarrollar estándares de seguridad en la empresa y/o la obra.
3. Conocer y respetar la legislación y reglamentación vigente respecto de la seguridad laboral.
4. Educar al personal en el uso de métodos y procedimientos correctos.
5. Reevaluar en forma permanente los programas de seguridad, a través de inspecciones de terreno por especialistas.
6. Obtención y utilización correcta de herramientas y equipo de buena calidad y bien mantenidos.

7. Exigir del equipo de protección aprobados, cascos protectores, cinturón de seguridad, tapones de oídos, etc., de acuerdo con los requerimientos de cada operación.

8. Mantener bien aseada y ordenada la faena de trabajo.

Reglamento de Seguridad en construcciones

Del movimiento de cargas.

Artículo 132. - Las elevaciones y descensos de las cargas se hará lentamente, evitando toda arrancada o parada brusca y en sentido vertical siempre que sea posible.

Artículo 133. - Nunca se debe transportar cargas por encima de los trabajadores. No se debe permitir que los trabajadores permanezcan en la vertical de las izadas de las cargas.

Artículo 134. - Cuando se efectúen maniobras con falta de visibilidad para el operador se emplearán los trabajadores necesarios para efectuar las señales adecuadas que permitan la correcta carga, desplazamiento y parada.

Artículo 135. - Las personas encargadas del manejo de aparatos elevadores y de la dirección y señalamiento de maniobras, serán **instruidas y deberá el código de ademanes que permita la comunicación visual.**

Artículo 136. - No se dejarán los aparatos de izar con cargas suspendidas.

Artículo 137. - Se prohíbe viajar sobre cargas, ganchos o eslingas vacías.

Artículo 138. - Los aparatos elevadores contarán con las siguientes medidas de seguridad:

- a) Los elementos que los componentes contarán con un factor de seguridad mínima de tres (3) con respecto a la carga máxima nominal, la cual deberá indicarse en forma destacada y fácilmente legible. En el caso de grúas se

respetará la tabla de cargas establecidas por el fabricante del equipo en lugar del factor de seguridad supracitado.

- b) Antes de su utilización quedará asegurada la solidez y firmeza del apoyo.
- c) Las grúas montadas en el exterior deberán ser instaladas teniendo en cuenta los factores de presión del viento.
- d) Las grúas móviles estarán dotadas de sistemas de estabilización suficiente.
- e) Las cabinas de grúas situadas a la intemperie serán carradas y provistas de ventanas en todos sus lados y sus accesos estarán siempre protegidos frente al riesgo de caídas.
- f) Las grúas estarán equipadas con medios de iluminación y dispositivos sonoros de avisos.
- g) Se prohíbe cargas de estos aparatos con pesos superiores a la carga máxima útil, excepto en las pruebas de resistencia, las cuales se harán siempre con totales garantías de seguridad y bajo la dirección de un técnico.
- h) Los aparatos elevadores estarán equipados con dispositivos para el frenado efectivo de su peso superior **en vez y media la carga límite autorizada.**
- i) Los aparatos elevadores accionados eléctricamente estarán provistos de dispositivos limitadores que automáticamente corten la energía de alimentación al sobrepasar la altura o desplazamiento máximo permisible.
- j) Los aparatos elevadores de capacidad variable, deben contar con letreros, avisos o diagramas para indicar la carga máxima tolerada en cada posición.

Artículo 139. - los cables serán de construcción y tamaño apropiado para las operaciones que se hayan de emplear. El factor de seguridad para las operaciones de seguridad para los mismos no

será inferior a seis (6) Los ajustes de ojales y lazos para ganchos, anillos y argollas, estarán provistos de guardacabos resistentes. Los cables estarán siempre libres de nudos y torceduras permanentes y cualquier otro defecto en su estructura.

Artículo 140. - Se inspeccionará periódicamente el número de hilos rotos desechándose aquellos cables en los que el número sea superior al diez por ciento (10%) del total, contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.

Artículo 141. - En eslingas de dos o más ramales, el ángulo que formen estos bajo el gancho de fijación nunca deberá ser superior a noventa grados (90°), siendo aconsejable que su valor sea inferior a sesenta grados (60°)

Artículo 142. - Proteger los cables para evitar que entren en contacto con aristas vivas mediante elementos auxiliares adecuados a la situación.

Artículo 143. - Las cadenas utilizadas para el movimiento de los materiales, deberán tener un factor de seguridad mínimo de cinco (5), referidos a la carga nominal máxima y será revisada antes de ponerse en servicio. Los anillos, ganchos, eslabones o argollas de los extremos serán del mismo material que las cadenas a las que van fijadas. Serán reemplazadas las cadenas con eslabones desgastados, torcidos, agrietados, dilatados y doblados.

Artículo 144. - Las cadenas se enrollarán únicamente tambores, ejes o poleas que estén provistas de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.

Artículo 145. - Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor mínimo de seguridad de diez (10) No se deslizarán sobre superficies ásperas o en contacto con tierras o arenas o sobre algún ángulo o arista cortante, a no ser que vayan protegidas.

Artículo 146. - Los ganchos utilizados en la elevación o transporte de cargas deben estar equipados con pestillos u otro dispositivo de seguridad para evitar que las cargas puedan salirse.

Artículo 162.- Los equipos de protección personal que deben utilizar según las distintas faenas del proceso constructivo y sus características son las siguientes:

- Calzado de seguridad con punta y plantilla metálica.
- Cinturón de seguridad.

Soldadura.

- Mascarilla para soldar.
- Guantes y manga para soldar.
- Delantal de cuero.

Seguridad en grúas

- a) Cuando la grúa ingresa al proyecto, tiene que haber sido previamente escogida y revisada por el Ingeniero Residente para el trabajo a realizar.
- b) La idoneidad del operador antes de ingresar a la construcción, deberá ser analizada en las condiciones siguientes:
 - Debe contar con una licencia o certificación por escrito de capacitación para el manejo.
 - Experiencia en el manejo, avalada por escrito por el proveedor de la grúa.
 - Conocimiento de los diagramas de carga de la grúa.
 - Conocimiento de las normas de seguridad aplicables, o en su defecto, recibir la orientación necesaria por parte del Instructor de SOHA.
 - En caso de que el Instructor de SOHA, en conjunto con el Ingeniero Residente, determine que el operador no está capacitado, no permitirá que el operador labore.
- c) Si las condiciones del operador son las adecuadas, el Ingeniero Residente, acompañado del Instructor de SOHA y con el

operador deberán revisar los aparejos considerando lo siguiente:

- Condición de los elementos del brazo de la grúa o boom:
 - . Los elementos no tengan torceduras o golpes.
 - . Si es telescópica, todos sus elementos estén bien engrasados y funcionando con facilidad.
 - . Los elementos para marcar la inclinación respecto a la horizontal estén en buen estado.
 - . En el caso de las grúas torre, que la señalización de la pluma en cuanto a las distancias y los pesos que puede manejar en cada punto, se pueda identificar claramente.
 - . Todos sus seguros sean los recomendados por el fabricante.
 - . Contrapesos según las especificaciones de la grúa.
- Buen estado de los cables y eslingas de la grúa.
 - . Asegurar que el cable utilizado es el apropiado para la capacidad de levantamiento de la grúa: sólo se permite el cable con alma de acero y con un diámetro.
- Asegúrese de que el número de prensas de ahorque o tipo U para cables es el correcto, que estén espaciadas como MAXIMO seis veces el diámetro del cable. La apertura en las gasas de ahorque siempre deben estar hacia el lado contrario de la fuerza que ejercerá la eslinga. Es decir las tuercas deberán estar siempre puestas en el lado corto del cable. Si el cable es trenzado, deberá ponerse solo una prensa al final de tranzado.
- Considere que el cable debe sustituirse cuando:
 - . Tenga un 10% o más de sus hilos rotos o majados. La cantidad total de hilos puede verificarse en el extremo del cable.
 - . Tenga un desgaste mayor a 1/3 de su diámetro.
 - . Esté doblado, triturado, abierto o hay algún otro tipo de distorsión en la estructura del cable.
 - . Verifique que todos los puntos filosos o de posible corte de los cables en su

- camino por la grúa, estén debidamente protegidos.
- . Poleas, ganchos, argollas, grilletes, otros.
 - . Poleas, estas deberán revisarse para detectar lo siguiente:
 - Dobladuras, cortes O DESGASTE en el canal.
 - Dobleces o golpes que puedan producir que el cable se salga de la polea o la falla estructural de esta.
 - Que los elementos centrales que permiten el giro estén bien ajustados y sin daños visibles como: desgaste excesivo, reventaduras y otros, de manera que no haya oscilaciones peligrosas.
 - No se deben permitir poleas reparadas o soldadas
 - Elementos que deben analizarse al revisar ganchos, argollas y grilletes.
 - Todos los ganchos deben tener pistillo de seguridad.
 - Revisar la abertura del gancho para determinar si está deformado debido a una sobrecarga o haya sido cargado en la punta.
 - Inspeccione los ganchos para detectar posibles golpes o cortaduras.
 - En el caso de grilletes, asegúrese de que el pasador o el tornillo den vuelta con relativa suavidad.
- c) Para determinar si los controles de la grúa están funcionando eficientemente se deben realizar movimientos verticales y laterales y considerar que:
- Los tambores tanto delanteros como traseros estén funcionando y se puedan activar sin problema.
 - Los controles de brazo extensible o telescópico funcionen eficientemente
 - Los dispositivos de arranque, clutch y frenado de emergencia funcionan eficientemente.
 - Los controles de swing o rotación funcionan.
 - Posee en un lugar visible todos los diagramas de carga, en condiciones legibles y demás instrucciones de seguridad.
 - Cuando los controles de la grúa no estén funcionando eficientemente, el proveedor de
- la grúa deberá repararlos antes de iniciar las labores.
- d) Condiciones en que va a operar la grúa, tomando en cuenta:
- Peso de la carga a maniobrar.
 - Distancia del banqueo de la grúa respecto de la carga..
 - Análisis del diagrama de carga para determinar si puede manejar la carga o no. Verificar este punto es responsabilidad del instructor de SOHA del proyecto que requiere la grúa.
 - Cercanía con líneas eléctricas. El distanciamiento mínimo en estos casos debe ser de tres metros desde el punto más desfavorable.
- e) Estudia la condición óptima.
- En el caso de que el Instructor de SOHA considere que las condiciones de operación no son las óptimas, el operador de la grúa deberá de acuerdo con los puntos anteriores, analizar la posición óptima de trabajo.
- f) Instalación de grúa torre
- La grúa siempre debe tener puesta a tierra, según las especificaciones del fabricante, incluyendo un pararrayos cuando se requiera
 - La verticalidad o plomo de la torre deberá garantizarse en todo momento.
 - Deberá contar con luces nocturnas de señalización en la parte más alta.
 - Tener indicación de carga de trabajo en los distintos puntos del boom.
 - Antes de colocarla, el ingeniero de proyecto conjuntamente con el proveedor del equipo deberán analizar la mejor ubicación para manejar las cargas, las cuales siempre deben estar bajo la viga de levante
- g) En el caso de grúas camión, deben seguirse los pasos siguientes:
- *Condición de la grúa como vehículo*, aquí deben revisarse:
 - . Ausencia de fugas del motor o los sistemas hidráulicos
 - . Existencia y funcionamiento de Claxon o bocina
 - . Cobertores en todas sus partes móviles.

Existencia y buen estado de espejos laterales

- . Buen funcionamiento de la alarma de retroceso o de movimiento.

- . Estado de las luces y de las llantas.

- . Existencia y estado del extintor del tipo A-B-C

- *Banqueo de grúas camión*, un banqueo seguro es fundamental para un manejo seguro de las cargas, y por consiguiente deberán considerarse los siguientes puntos a la hora de realizarlo:

- . El terreno deberá analizarse para evitar banquear en terrenos blandos ó inestables.

- . En los puntos de apoyo de los estabilizadores, deberán colocarse tabloncillos o similares que ayuden a la distribución de la carga.

- . Los estabilizadores levantarán la grúa de tal manera que garantice que tanto el peso de la misma como la carga manipulada descansará sobre ellos y NUNCA sobre las llantas de la grúa y que esta siempre gire sobre un plano horizontal.

- . Mientras se está realizando la operación

- *Equipo de protección personal.*

- Antes de operar cualquier grúa, será necesario tener disponible y utilizar además del **Equipo de protección personal** básico, el equipo específico a utilizar de acuerdo con

los riesgos de cada máquina, de acuerdo con el Instructor de SOHA.

Señalización

- . Señalizar toda la zona de levantamiento de carga y todo el contorno del círculo que describe el contrapeso de la grúa.

- *Manejo de las cargas.*

- . Todos los aditamentos o estructuras adicionales para el manejo de las cargas, deberán contar con letreros indicativos de su capacidad máxima, como en la figura .

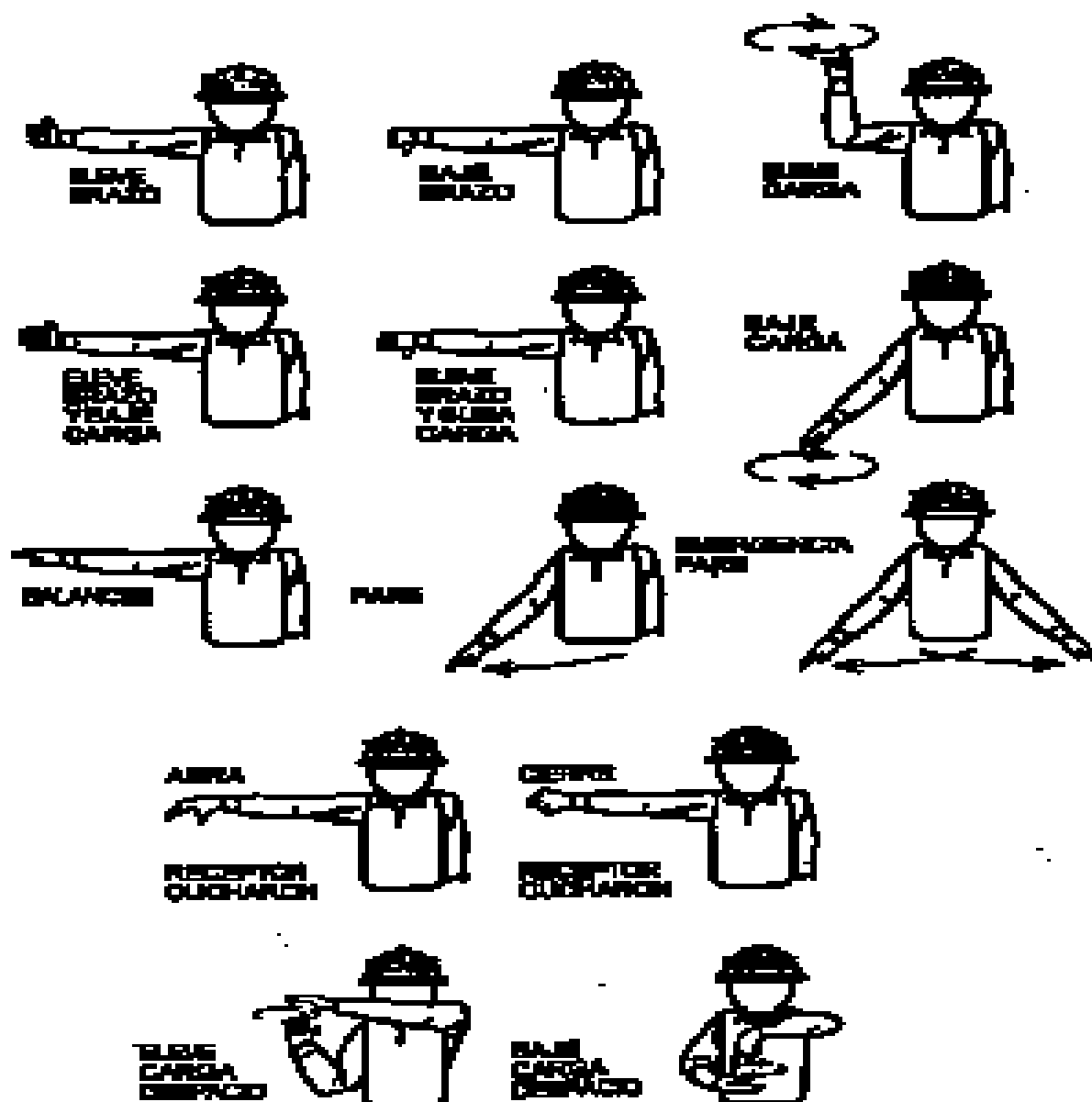
- . No es permitido el uso de cadenas para mover cargas, solamente se permitirán eslingas con las condiciones arriba estipuladas.

- . Antes de levantar la carga, esta deberá amarrarse para su manejo de dos puntos en diagonal, que permita moverla sin estar cerca o debajo de la misma.

- Las cargas NUNCA deben sobrevolar las zonas de trabajo o de tránsito de trabajadores.

- . **Solamente el ayudante** o la persona previamente asignada y solamente una persona dará las señales al operador de la grúa, preferiblemente de acuerdo con el Código Internacional de Señales de Mano.(Como se muestra en la figura).

Señales de Mano Para Operación de Equipo con Brazos



Conclusiones

Las variables más importantes y por consiguiente a las que hay que darle un exhaustivo seguimiento, son, *Las Actividades Críticas del Proyecto, La Programación del Trabajo y Los Materiales de Importación*, revisando constantemente cómo se desarrollan los trabajos relacionados a éstas y cómo afecta esto la ruta crítica de la obra.

Es sumamente importante utilizar procedimientos que aseguren la calidad de los procesos constructivos utilizados para construir la nave

En materia de Seguridad Ocupacional se puede decir que ningún proyecto es más valioso que la vida humana, por lo que en un proyecto constructivo los accidentes no deben existir. Se debe crear en el ámbito de la construcción una cultura preventiva en materia de Seguridad Ocupacional, la cual deberá de ser implementada, controlada y mejorada día a día.

Las Actividades Críticas del proyecto deberán ser exhaustivamente planificadas, ejecutadas y controladas, sin dejar de lado la adecuada supervisión del resto de las actividades.

La programación de los trabajos deberá ser completamente lógica, práctica y supervisada, para garantizar conocer lo que sucede en el proyecto en todo momento.

Con este trabajo se abre una puerta la cual esperamos sea utilizada por otros profesionales, con el único

objetivo de que genere grandes frutos, brindándoles a los futuros profesionales de la Escuela de Ingeniería en Construcción del Instituto Tecnológico de Costa Rica, una visión más amplia de la Administración y Ejecución de Proyectos, sin dejar de lado los

principios básicos que nos convierten en Ingenieros.

Apéndices

CONTROL DE AVANCE DE MONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA

1. Sectorización:

COLOCAR AQUÍ DIAGRAMA DEL
MONTAJE DE LA ESTRUCTURA,
CLARAMENTE IDENTIFICADA POR
SECTORES

2. Control de montaje

MONTAJE DE MARCOS						
Sector	Fechas de terminación			Firmas		Referencia aprobación inspector
	Proyectada	Real	Diferencia	IR	Subcontratista	

MONTAJE DE CLAVADORES						
Sector	Fechas de terminación			Firmas		Referencia aprobación inspector
	Proyectada	Real	Diferencia	IR	Subcontratista	

DETALLADO Y PINTURA						
Sector	Fechas de terminación			Firmas		Referencia aprobación inspector
	Proyectada	Real	Diferencia	IR	Subcontratista	

Microsoft Photo Editor.

PROGRAMA DE CHORREAS

Proyecto:

Número:

Actividad:

Sector a chorrear	Fecha programada	Fecha real	Fecha inicial de curado	Fecha final de curado

Elaborado por :

Profesional Residente

Fecha

CONDICIONES ESPECIFICADAS PARA LOSA DE CONCRETO

Proyecto:

Número :

	CONDICIONES ESPECIFICADAS	TOLERANCIA
1 Concreto		
Resistencia a la compresión:		
Resistencia a la flexión:		
Rango de Revenimiento:		
Revenimiento con aditivo:		
Tiempo de entrega máximo		
Vibrado		
2 Espesor del contrapiso		
3 Base		
Material:		
Nivel:		
Compactación:		
Humedad:		
4 Refuerzo		
Material:		
Ubicación:		
Fijación:		
Traslape mínimo:		
Dovelas:		
5 Retardante de Evaporación		
Material:		
Dosificación:		
Rendimiento:		
6 Endurecedor		
Material:		
Dosificación:		
Area a aplicar:		
7 Acabado		
8 Curador		
Material:		
Dosificación:		
Area a aplicar:		
9 Juntas		
Distribución:		
Sello:		
10 Planicidad		
11 Nivel de Piso Terminado		

Elaborado por :

Profesional Residente

Fecha

CONTROL DEL REVENIMIENTO DEL CONCRETO

Proyecto:

Encargado de pruebas a concretos:

Número

Fecha:

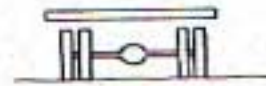
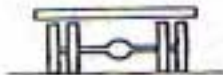
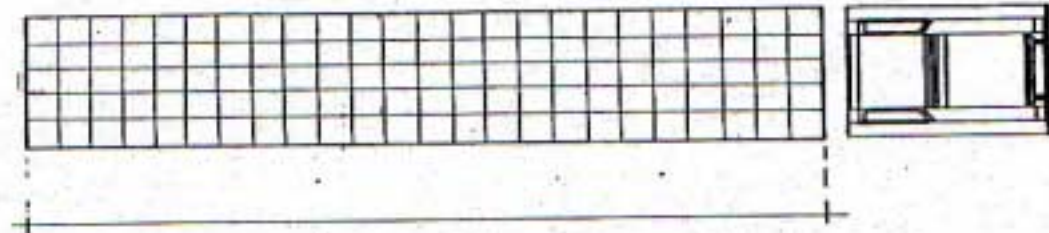
# de batida	Revenimiento obtenido	Ajustes en la mezcla realizados y otras Observaciones	Destino en obra del concreto (en dónde se colocó)

Verificado por:

Firma del Maestro de Obras o Profesional Residente

Anexos

Fig. 2.2.7. Fórmula para Esquema de Colocación de Piezas para Transporte.



PRODUCTOS DE CONCRETO, S. A.

ESQUEMA DE COLOCACION DE
PIEZAS PARA TRANSPORTE
VIAJES N° _____

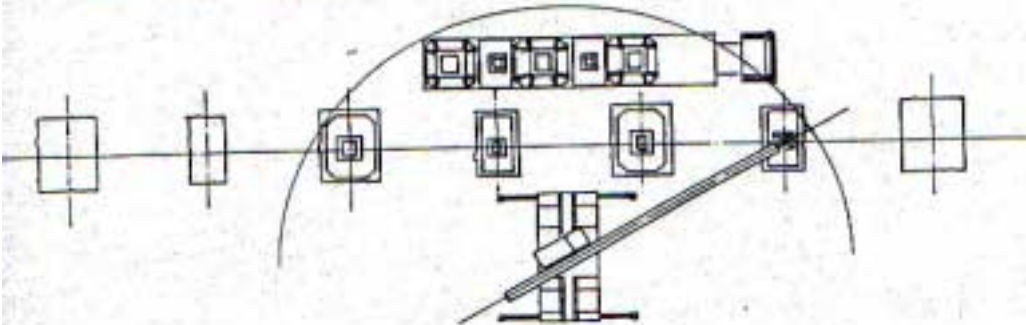
altura máxima permitida :	2.50 mts.
peso máximo permitido :	3.80 mts.
longitud máxima :	1.00 mts.
peso promedio carretas :	1.50 mts.

FECHA:

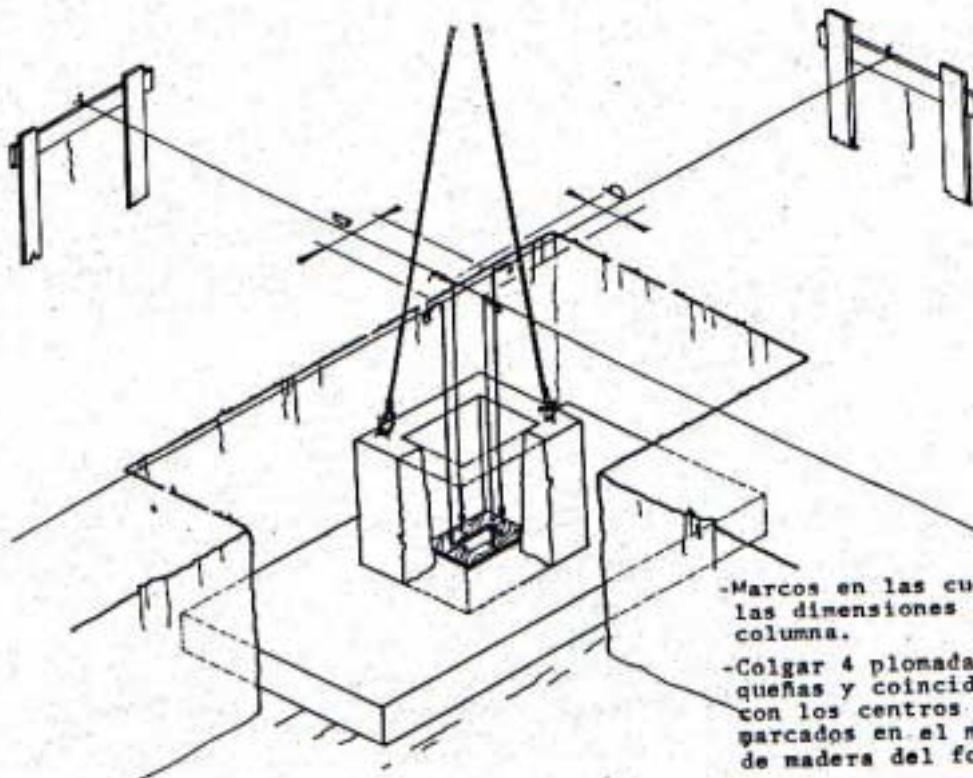
ESCALA:

PROYECTO:

- En lo posible colocar grúa en posición que su radio abarque el mayor número de placas que transporte el camión.
- Colocar placa y alinearla parcialmente.



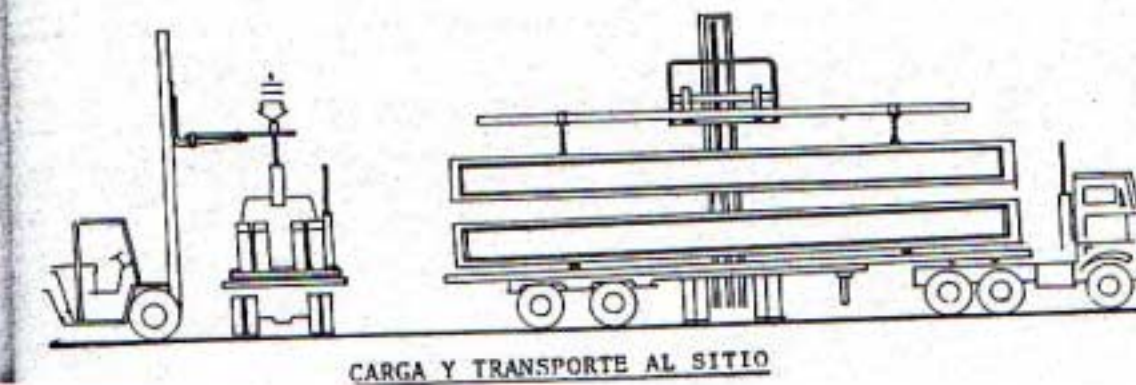
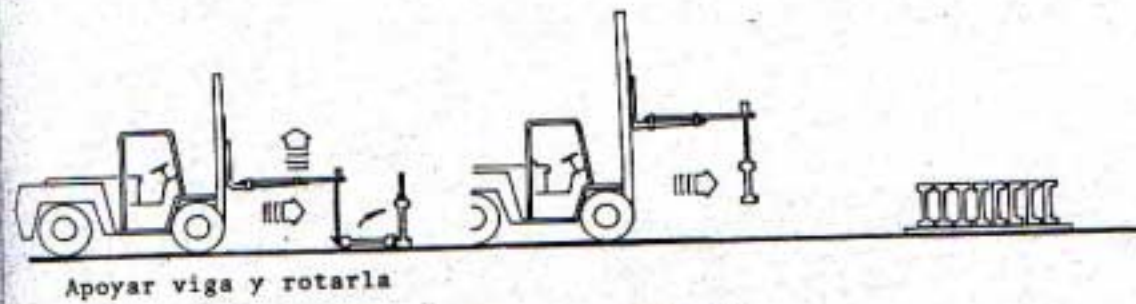
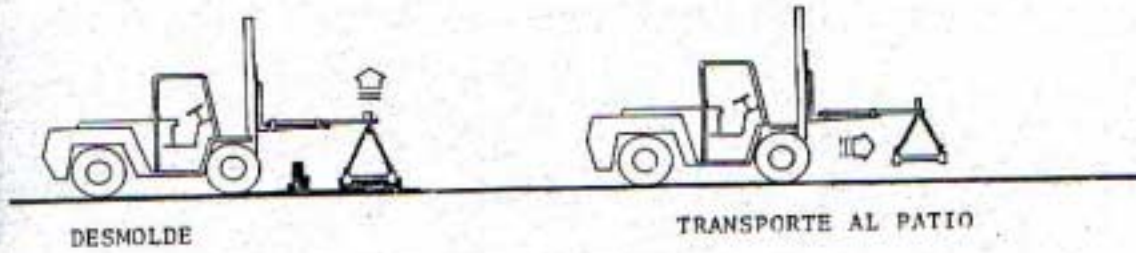
DESCARGA Y COLOCACIÓN EN LOS HUECOS



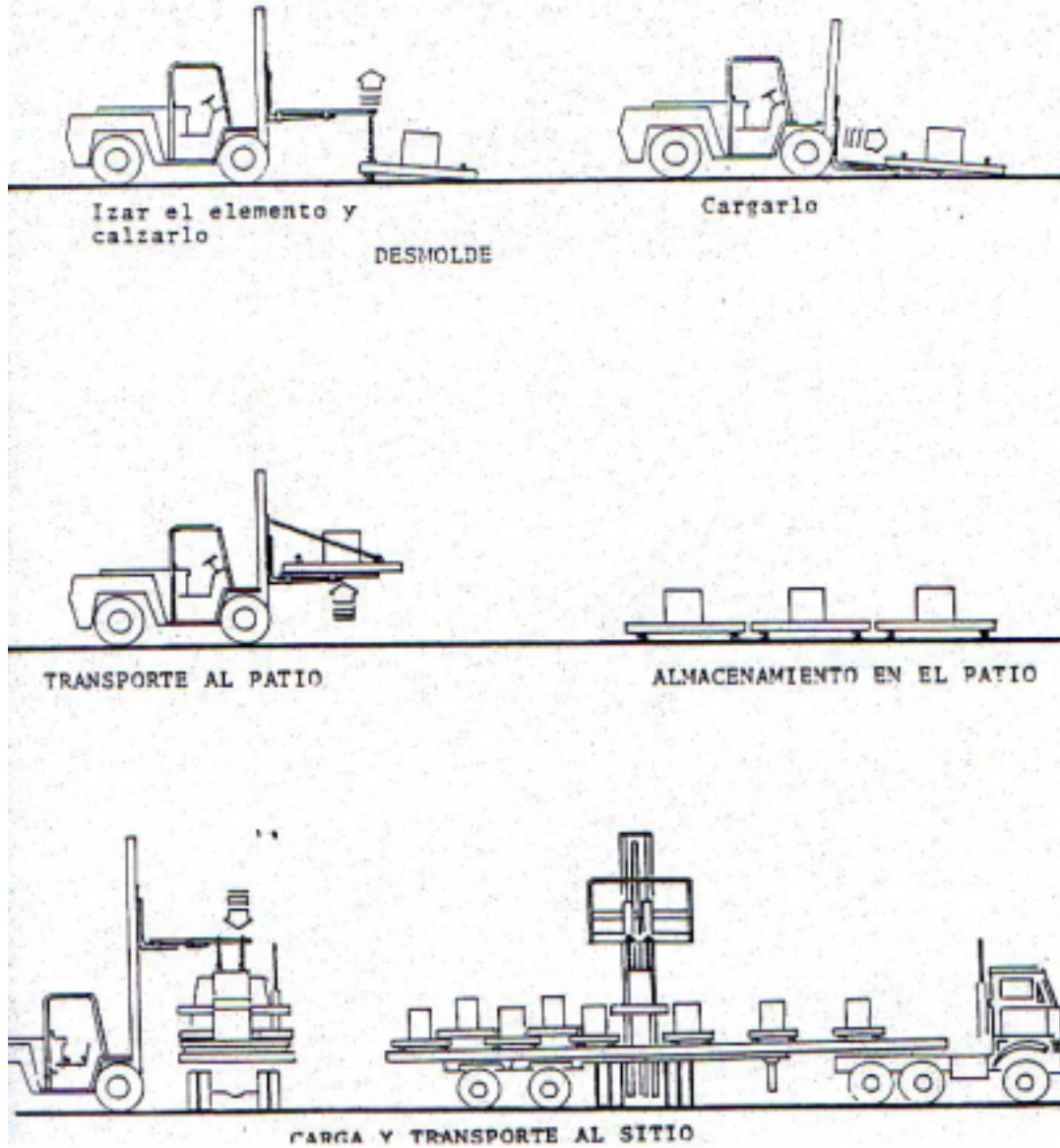
- Marcos en las cuerdas las dimensiones de columna.
- Colgar 4 plomadas y coincidir con los centros de marcados en el mar de madera del fondo

ALINEAMIENTO FINAL

VIGAS DE AMARRE

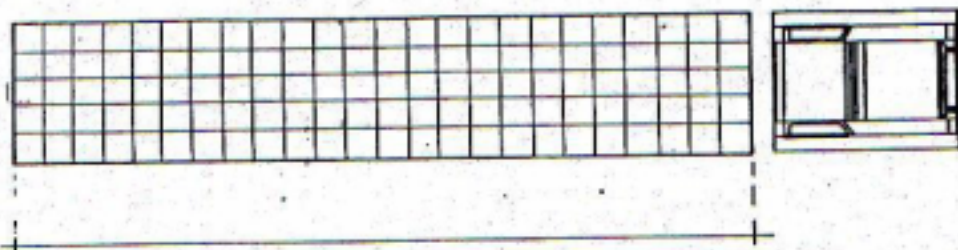
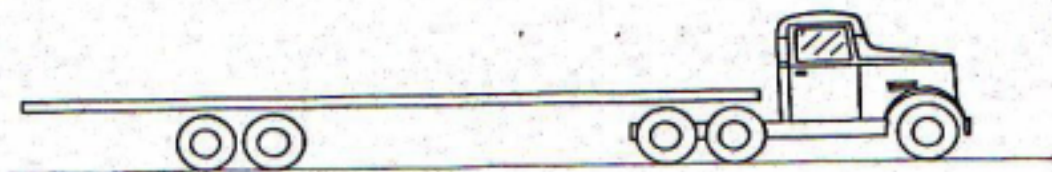


PLACAS DE FUNDACION



Microsoft Photo Editor

Fig. 2.2.7. Fórmula para Esquema de Colocación de Piezas para Transporte.



PRODUCTOS DE CONCRETO, S. A.

ESQUEMA DE COLOCACION DE
PIEZAS PARA TRANSPORTE
VIAJES N° _____

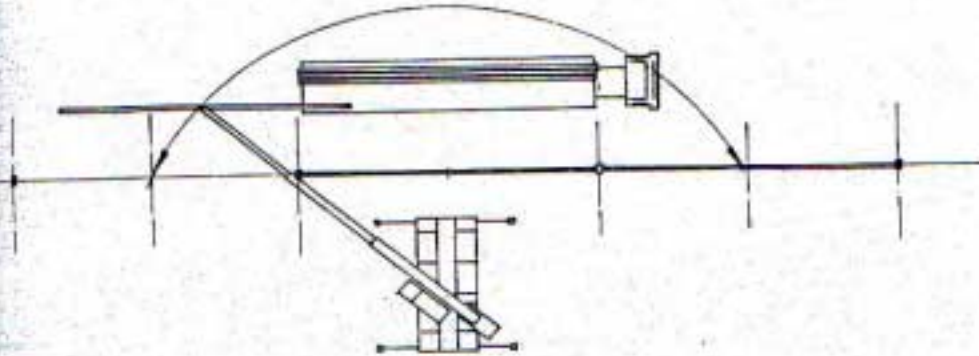
anchura máxima permitida :	2.50 mts.
altura máxima permitida :	3.80 mts.
espacio trasero máximo :	1.00 mts.
altura promedio carretas :	1.50 mts.

FECHA:

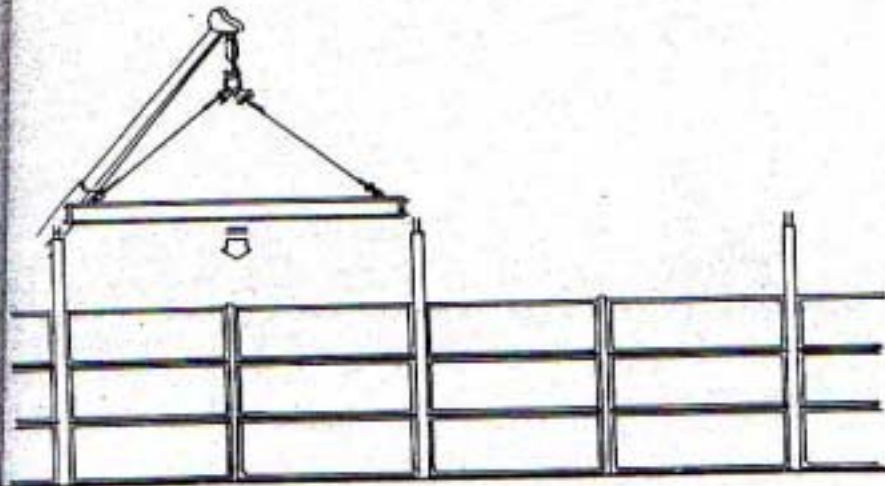
ESCALA:

PROYECTO:

VIGAS DE AMARRE



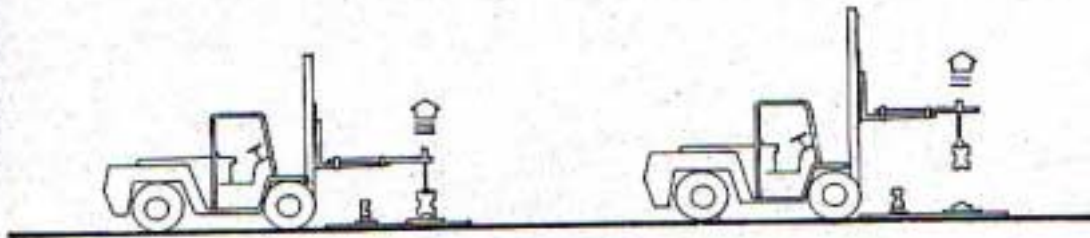
DESCARGA Y COLOCACION



COLOCACION DE VIGA DE AMARRE

procede a colocar la viga apoyandola sobre los herrajes de la columna, e inmediatamente se cruzan las varillas de alaje.

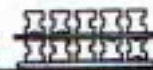
COLUMNAS PRINCIPALES Y DE PARED



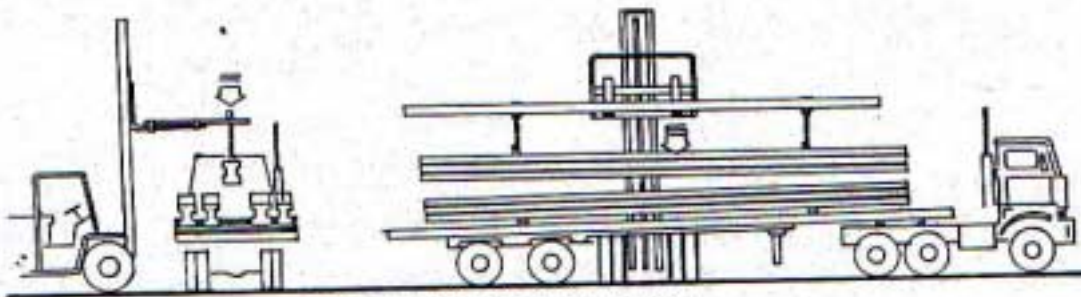
DESMOLDE



TRANSPORTE AL PATIO



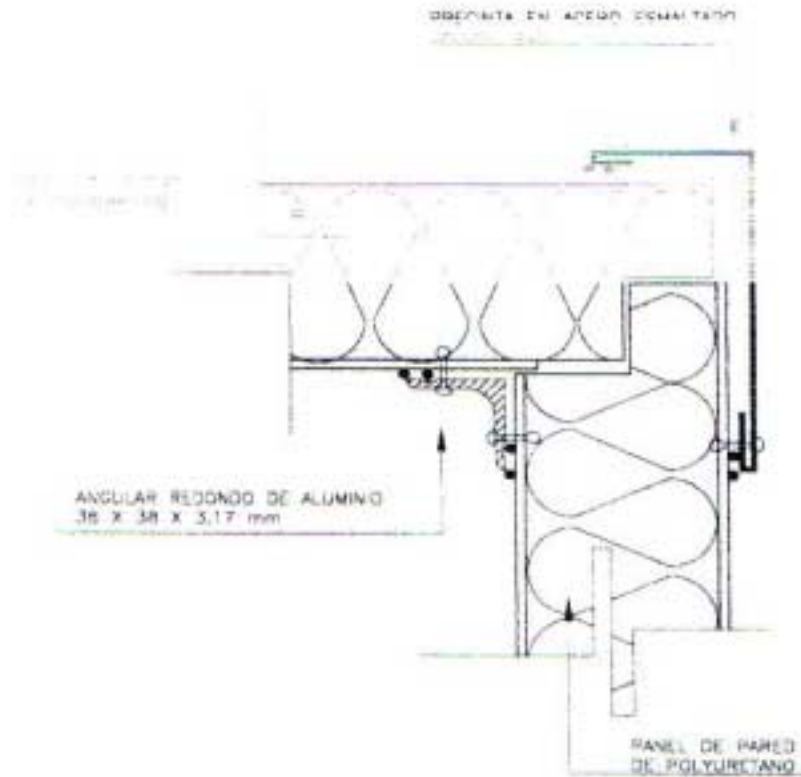
ALMACENAMIENTO EN EL PATIO



CARGA Y TRANSPORTE AL SITIO

detalle constructivo 3

UNIÓN TECHO-PARED, UNIÓN CON PRECINTA



UNION PARED – TECHO UNION CON PRECINTA

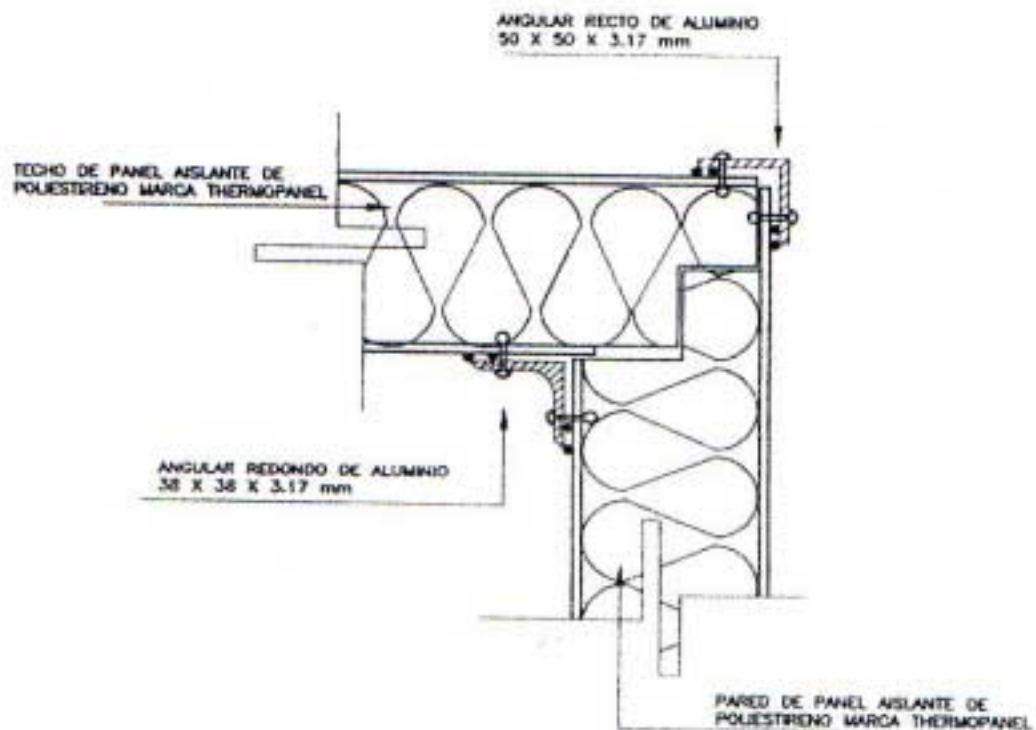
NOTAS

1. LA PRECINTA EN A.C. SERA FIJADO CON REMACHE TIPO POP DE 3/16" X 5/8" ACERO Ø 25 cm
2. EL ANGULAR INTERNO SERA FIJADO CON REMACHE TIPO POP DE 3/16" X 3/8" ALUMINIO Ø 25 cm
3. LOS DOS PERFILES SERAN SELLADOS CON BUTILFLEX Y SILICONE, POR AMBOS LADOS.
4. EL TIPO DE UNION DE PANEL SERA CABACOTEADO

Thermo
ingeniería y servicio

detalle constructivo 4

UNIÓN PARED-TECHO CON ANGULAR



UNION PARED – TECHO CON ANGULAR (PERFIL)

NOTAS

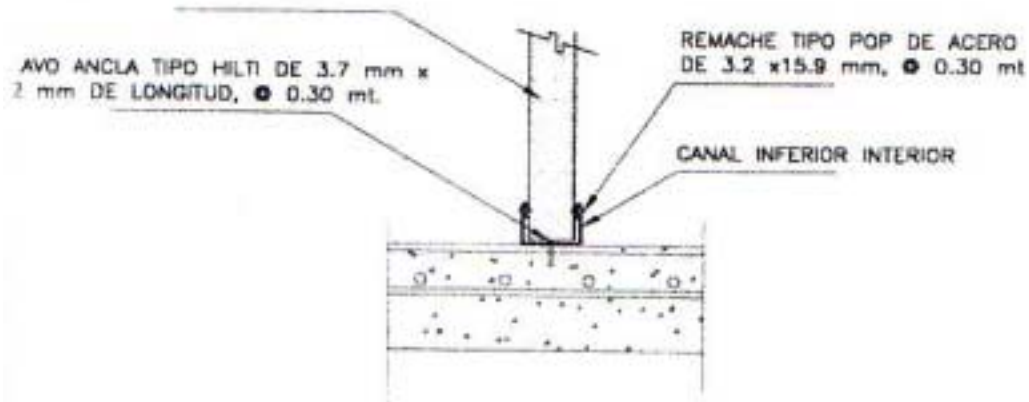
1. EL ANGULAR EXTERNO SERA FIJADO CON REMACHE TIPO POP DE 3/16" X 3/8" DE ACERO Ø 25 cm
2. EL ANGULAR INTERNO SERA FIJADO CON REMACHE TIPO POP DE 3/16" X 3/8" DE ALUMINIO Ø 25 cm
3. LAS JUNTURAS ENTRE LOS PERFILES ESQUINEROS Y LOS MUROS DEBERAN SELLARSE CON SELLADOR DE BUTHILO TIPO BUTHILSET O SIMILAR.

Thermo
ingeniería y servicio

otros detalles constructivos

ANCLAJE INFERIOR INTERNO

ANEL PREFABRICADO CON AISLAMIENTO
TERMICO, TIPO MULTIMURO MF-107
LIBRE 26, ESPESOR A DEFINIR



ANCLAJE INFERIOR INTERNO

SECCION _____ ESC 1: 2.5



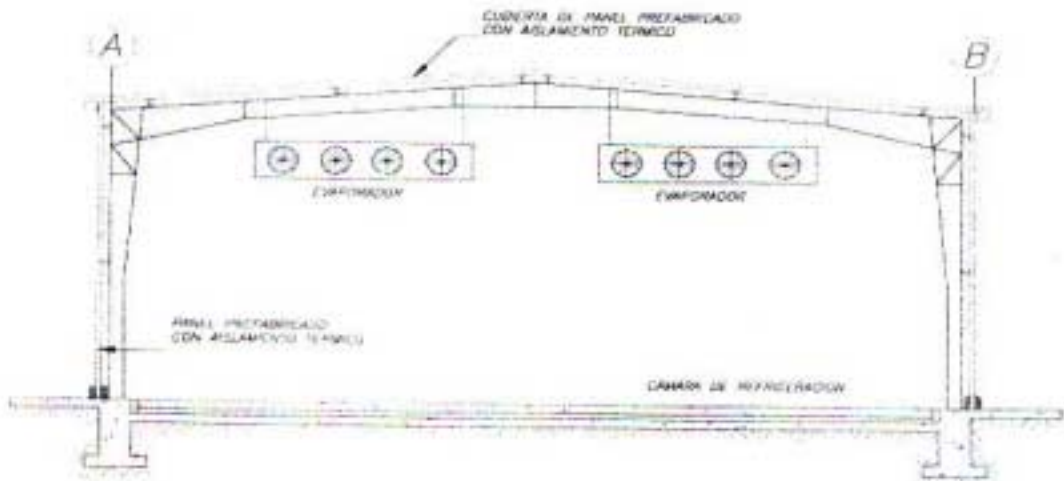
ESPEORES

	38 mm	50 mm	63 mm
A	50 mm	50 mm	50 mm
B	42 mm	54 mm	66 mm
C	0 mm	14.4 mm	7.4 mm
DESARROLLO	180 mm	182.8 mm	182.8 mm
CALIBRE	20	20	20

Thermo
ingeniería y servicio

detalle constructivo 7

CORTE CÁMARA TÍPICA



Referencias

Abarca J. 1999 **MANUAL PARA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**. San José, C.R: Editorama S.A

Aceros Monterrey. 1977 **MANUAL PARA CONSTRUCTORES**. Monterrey: Centroimpresiones.

Barboza M. 1999 **COSTA RICA PREFABRICA SU FUTURO**. Construcción volumen v.36(6):16

1996 **REGLAMENTOS DE SEGURIDAD EN CONSTRUCCIONES**. Consejo de Seguridad Ocupacional.

2000. **LA FLEXIBILIDAD EN EL PREFABRICADO DE CONCRETO**. Construcción volumen v.46(28)

Fernández M. 1990 **ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS CARRETERAS Y PUENTES**. San José, C.R Impresos MOPT

Incsa. 2001 **NUEVO DESARROLLO EN CONCRETOS PREMEZCLADOS**.

Universidad del Concreto. Centro Tecnológico del Concreto.

Indura 2000. **SISTEMÁS Y MATERIALES PARA SOLDADURA**. San José C.R

1999. **ESTRUCTURAS PREFABRICADAS DE ACERO NADA FALTA NADA SOBRA**. Ingenieros y Arquitectos. Volumen v.42(24):25

McCormac J. 1989 **DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO**. México: Ediciones Alfaomega.

Ramírez M. 1996 **ANÁLISIS EXANTE Y POSFACTO DE LA PLANIFICACIÓN, COSTOS Y RENDIMIENTOS, DE LA CONSTRUCCIÓN DE NAVES INDUSTRIALES PREFABRICADAS**. Informe de Proyecto final para graduación. Escuela de Ingeniería Civil Universidad de Costa Rica.

Serpell, A. **ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN**. Chile: Editorial Universidad Católica de Chile.

Sydney M. 1997. **ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN.** México: McGraw-Hill.